



TUGAS AKHIR - SS141501

ANALISIS RISIKO *RETURN* SAHAM SUB SEKTOR TELEKOMUNIKASI
DI INDONESIA MENGGUNAKAN METODE CVaR DENGAN
PENDEKATAN ARMAX DAN VARIASI GARCHX

NANDA PRASETYA PAMUNGKAS
NRP 062114 4000 0028

Dosen Pembimbing
Dr. rer pol. Dedy Dwi Prastyo S.Si., M.Si.
Imam Safawi Ahmad S.Si., M.Si.

PROGRAM STUDI SARJANA
DEPARTEMEN STATISTIKA
FAKULTAS MATEMATIKA, KOMPUTASI, DAN SAINS DATA
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
SURABAYA 2018



TUGAS AKHIR - SS141501

**ANALISIS RISIKO *RETURN* SAHAM SUB SEKTOR TELEKOMUNIKASI
DI INDONESIA MENGGUNAKAN METODE CVaR DENGAN
PENDEKATAN ARMAX DAN VARIASI GARCHX**

**NANDA PRASETYA PAMUNGKAS
NRP 062114 4000 0028**

**Dosen Pembimbing
Dr. rer pol. Dedy Dwi Prastyo S.Si., M.Si.
Imam Safawi Ahmad S.Si., M.Si.**

**PROGRAM STUDI SARJANA
DEPARTEMEN STATISTIKA
FAKULTAS MATEMATIKA, KOMPUTASI, DAN SAINS DATA
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
SURABAYA 2018**



FINAL PROJECT - SS 141501

**RISK ANALYSIS OF TELECOMMUNICATION SECTOR COMPANIES
STOCK RETURN USING CVaR WITH ARMAX AND GARCHX
VARIATION APPROACH**

**NANDA PRASETYA PAMUNGKAS
SN 062114 4000 0028**

Supervisors

**Dr. rer pol. Dedy Dwi Prastyo S.Si., M.Si.
Imam Safawi Ahmad S.Si., M.Si.**

**UNDERGRADUATE PROGRAMME
DEPARTMENT OF STATISTICS
FACULTY OF MATHEMATICS, COMPUTING, AND DATA SCIENCE
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
SURABAYA 2018**

(Halaman ini sengaja dikosongkan)

LEMBAR PENGESAHAN

ANALISIS RISIKO *RETURN* SAHAM SUB SEKTOR TELEKOMUNIKASI DI INDONESIA MENGGUNAKAN METODE CVaR DENGAN PENDEKATAN ARMAX DAN VARIASI GARCHX

TUGAS AKHIR

Diajukan untuk Memenuhi Salah Satu Syarat
Memperoleh Gelar Sarjana Sains
pada

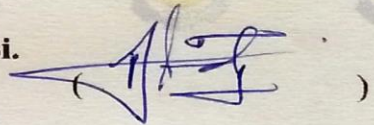
Program Studi Sarjana Departemen Statistika
Fakultas Matematika, Komputasi, dan Sains Data
Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Oleh :

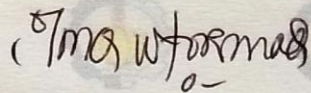
Nanda Prasetya Pamungkas
NRP. 062114 4000 0028

Disetujui oleh Pembimbing :

Dr. rer pol. Dedy Dwi Prastyo S.Si., M.Si.
NIP. 19831204 200812 1 002



Imam Safawi Ahmad S.Si., M.Si.
NIP. 19810224 201404 1 001



Mengetahui,
Kepala Departemen

Dr. Suhartono

NIP. 19710929 199512 1 001

SURABAYA, JULI 2018

(Halaman ini sengaja dikosongkan)

ANALISIS RISIKO RETURN SAHAM SUB SEKTOR TELEKOMUNIKASI DI INDONESIA MENGGUNAKAN METODE CVaR DENGAN PENDEKATAN ARMAX DAN VARIASI GARCHX

Nama Mahasiswa : Nanda Prasetya Pamungkas
NRP : 062114 4000 0028
Departemen : Statistika
Dosen Pembimbing : Dr. rer pol. Dedy Dwi Prastyo, S.Si.,
M.Si.
Imam Safawi Ahmad, S.Si., M.Si.

Abstrak

Pertumbuhan pengguna internet Indonesia tumbuh pesat dari tahun ke tahun. Sehingga investasi pada perusahaan telekomunikasi cukup menjanjikan. Perusahaan telekomunikasi yang terjun pada layanan data internet antara lain PT. Telekomunikasi Indonesia Tbk, PT. Indosat Tbk, dan PT. XL Axiata Tbk. Investasi pada perusahaan sub sektor telekomunikasi dapat memberikan return yang besar, namun investor juga harus mempertimbangan sisi risikonya, karena karakteristik saham adalah high return high risk. Untuk itu diperlukan suatu metode untuk memperhitungkan tingkat risiko saham. Metode yang umum digunakan adalah VaR (Value at Risk) dan CVaR (Conditional Value at Risk). Pada penelitian ini VaR dan CVaR ditaksir dengan pendekatan ARMAX dan variasi GARCHX. Tujuan dalam penelitian ini adalah melakukan perbandingan model pendekatan ARMAX dan variasi GARCHX untuk menentukan model terbaik yang dapat menangkap adanya volatilitas yang tinggi. Saham perusahaan TLKM terlihat lebih stabil secara visual maupun dengan perhitungan CVaR pendekatan ARMAX dan variasi GARCHX. Pengukuran akurasi perhitungan risiko menggunakan backtesting yang menunjukkan bahwa metode CVaR dengan pendekatan ARMAX-EGARCHX lebih baik.

Kata Kunci : ARMAX-GARCHX, Conditional Value at Risk, Internet, Risiko, Value at Risk.

(Halaman ini sengaja dikosongkan)

**RISK ANALYSIS OF TELECOMUNICATION SECTOR
COMPANIES STOCK RETURN USING CVaR WITH ARMAX
AND GARCHX VARIATION APPROACH**

Name : Nanda Prasetya Pamungkas
Student Number : 062114 4000 0028
Department : Statistics
Supervisors : Dr. rer pol. Dedy Dwi Prastyo, S.Si., M.Si.
Imam Safawi Ahmad, S.Si., M.Si.

Abstract

The growth of Indonesian internet users is growing rapidly from year to year. So that internet service investment among telecommunication company is promising. Telecommunication companies that plunge in internet data services, among others are PT. Telekomunikasi Indonesia Tbk, PT. Indosat Tbk, and PT. XL Axiata Tbk. Investments in telecommunication sub-sector companies can provide a high return, but investors should also consider the risks, because it is a stock characteristic that high return and high risk. Therefore we need a method to take into account the level of stock risk. The most commonly used method is VaR (Value at Risk) and CVaR (Conditional Value at Risk). This research estimates VaR and CVaR using ARMAX and GARCHX variation approach. The purpose of this project is to compare the ARMAX and GARCHX variation approach to determine the best model that can capture the dinamic volatility. Return stock of TLKM are more stable visually as well as when it estimated using CVaR with ARMAX and GARCHX variation approach. Risk accuracy calculation using bactesting shows that CVaR method ARMAX-EGARCHX approach is the best.

Keywords: ARMAX-GARCHX, Conditional Value at Risk, Internet, Risk, Value at Risk.

(Halaman ini sengaja dikosongkan)

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan atas rahmat dan hidayah yang diberikan Allah SWT sehingga penulis dapat menyelesaikan laporan Tugas Akhir yang berjudul **“ANALISIS RISIKO RETURN SAHAM SUB SEKTOR TELEKOMUNIKASI DI INDONESIA MENGGUNAKAN METODE CVaR DENGAN PENDEKATAN ARMAX DAN VARIASI GARCHX”** dengan lancar.

Penulis menyadari bahwa Tugas Akhir ini dapat terselesaikan tidak terlepas dari bantuan dan dukungan berbagai pihak. Oleh karena itu, penulis menyampaikan terima kasih kepada :

1. Dr. rer pol. Dedy Dwi Prastyo, S.Si., M.Si. dan Imam Safawi Ahmad, S.Si., M.Si. selaku dosen pembimbing Tugas Akhir yang telah meluangkan waktu dan dengan sangat sabar memberikan bimbingan, saran, dukungan serta motivasi selama penyusunan Tugas Akhir.
2. Dr. Suhartono dan Dr. rer pol. Heri Kuswanto, S.Si., M.Si. selaku dosen penguji yang telah banyak memberi masukan kepada penulis.
3. Dr. Suhartono selaku Kepala Departemen Statistika dan Dr. Sutikno, M.Si. selaku Ketua Program Studi Sarjana yang telah memberikan fasilitas, sarana, dan prasarana.
4. Prof. Dr. I Nyoman Budiantara M.Si. selaku dosen wali yang telah banyak memberikan saran dan arahan dalam proses belajar di Departemen Statistika.
5. Kedua orang tua, atas segala do'a, nasehat, kasih sayang, dan dukungan yang diberikan kepada penulis demi kesuksesan dan kebahagiaan penulis.
6. Teman-teman seperjuangan TA, khususnya yang berada dalam kos Garuda yang selama ini bersedia menampung penulis dan mengerjakan bersama.
7. Teman-teman Statistika ITS angkatan 2014 (RESPECT) yang selalu memberikan dukungan kepada penulis.
8. Semua pihak yang turut membantu dalam pelaksanaan Tugas Akhir yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu

Besar harapan penulis untuk mendapatkan kritik dan saran yang membangun sehingga Tugas Akhir ini dapat memberikan manfaat bagi semua pihak yang terkait.

Surabaya, Juli 2018

Penulis

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL	i
COVER PAGE	iii
LEMBAR PENGESAHAN	iii
ABSTRAK	v
ABSTRACT	vii
KATA PENGANTAR	ix
DAFTAR ISI	xi
DAFTAR GAMBAR	xiv
DAFTAR TABEL	xix
DAFTAR LAMPIRAN	xxiii
 BAB I PENDAHULUAN	 1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	6
1.3 Tujuan	6
1.4 Manfaat	6
1.5 Batasan Masalah	7
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	9
2.1 <i>Return Saham</i>	9
2.2 <i>Nilai Tukar</i>	9
2.3 <i>Autotrgressive Moving Average (ARMA)</i>	9
2.4 <i>Autoregressive Moving Average with Exogenous Variables (ARMAX)</i>	15
2.5 <i>Generalized Autoregressive Conditional Heteroscedasticity (GARCH)</i>	15
2.6 <i>Generalized Autoregressive Conditional Heteroscedasticity with Exogenous Variables (GARCHX)</i>	20
2.7 <i>Value at Risk (VaR)</i>	21
2.8 <i>Conditional Value at Risk (CVaR)</i>	22
2.9 <i>Backtesting Duration Test</i>	23

BAB III METODOLOGI PENELITIAN	25
3.1 Sumber Data	25
3.2 Variabel Penelitian	25
3.3 Langkah Analisis	26
BAB IV ANALISIS DAN PEMBAHASAN	31
4.1 Diskripsi Data	31
4.1.1 Karakteristik Saham Perusahaan	31
4.1.2 Karakteristik Nilai IHSG dan IDR/USD	35
4.2 Pemodelan ARMAX-GARCHX pada <i>Return</i> Saham Perusahaan Sub Sektor Telekomunikasi	36
4.2.1 Identifikasi model ARMA	36
4.2.2 Estimasi dan Pengujian Parameter Model ARMAX	38
4.2.3 <i>Diagnostic Checking</i> ARMAX	39
4.2.4 Pemilihan Model ARMAX Terbaik	41
4.2.5 Pemodelan ARMAX-GARCHX	42
4.2.6 Estimasi dan Pengujian Parameter Model ARMAX-GARCHX	44
4.2.7 Penghitungan <i>Conditional Value at Risk</i> dengan Pendekatan ARMAX-GARCHX	48
4.3 Pemodelan ARMAX-EGARCHX pada <i>Return</i> Saham Perusahaan Sub Sektor Telekomunikasi	54
4.3.1 Estimasi dan Pengujian Parameter Model ARMAX-EGARCHX	54
4.3.2 Penghitungan <i>Conditional Value at Risk</i> dengan Pendekatan ARMAX-EGARCHX	59
4.4 Pemodelan ARMAX-GJRGARCHX pada <i>Return</i> Saham Perusahaan Sub Sektor Telekomunikasi	65
4.4.1 Estimasi dan Pengujian Parameter Model ARMAX-GJRGARCHX	65
4.4.2 Penghitungan <i>Conditional Value at Risk</i> dengan Pendekatan ARMAX-GJRGARCHX	70
4.5 Pemodelan ARMAX-APARCHX pada <i>Return</i> Saham Perusahaan Sub Sektor Telekomunikasi	76

4.5.1	Estimasi dan Pengujian Parameter Model ARMAX-APARCHX.....	76
4.5.2	Penghitungan <i>Conditional Value at Risk</i> dengan Pendekatan ARMAX-APARCHX.....	81
4.6	Pemodelan ARMAX-FGARCHX pada <i>Return Saham</i> Perusahaan Sub Sektor Telekomunikasi	86
4.6.1	Estimasi dan Pengujian Parameter Model ARMAX-FGARCHX.....	86
4.6.2	Penghitungan <i>Conditional Value at Risk</i> dengan Pendekatan ARMAX-FGARCHX.....	91
4.7	Pemodelan ARMAX-CGARCHX pada <i>Return Saham</i> Perusahaan Sub Sektor Telekomunikasi	97
4.7.1	Estimasi dan Pengujian Parameter Model ARMAX-CGARCHX	97
4.7.2	Penghitungan <i>Conditional Value at Risk</i> dengan Pendekatan ARMAX-CGARCHX	103
4.8	Perbandingan Keakuratan Estimasi Risiko dengan Menggunakan <i>Expected Shortfall</i> (ES) dan <i>Duration Test</i> 109	
4.8.1	<i>Expected Shortfall Test</i>	109
4.8.2	<i>Duration Test</i>	112
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN		119
5.1	Kesimpulan.....	119
5.2	Saran	121
DAFTAR PUSTAKA		123
LAMPIRAN		127
BIODATA PENULIS		131

(Halaman ini sengaja dikosongkan)

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 2.1 Ilustrasi Kurva <i>Value at Risk</i> (VaR)	22
Gambar 3.1 <i>Moving Window</i>	25
Gambar 3.2 Diagram Alir Penelitian	28
Gambar 4.1 <i>Time Series Plot</i> Harga Saham Penutupan Perusahaan Sub Sektor Telekomunikasi.....	31
Gambar 4.2 <i>Time Series Plot Return</i> Saham Perusahaan Sub Sektor Telekomunikasi.....	32
Gambar 4.3 <i>Boxplot Return</i> Saham perusahaan (a) TLKM, (b) EXCL, (c) ISAT	33
Gambar 4.4 <i>Box Plot Return</i> Saham Harian (a) TLKM, (b) EXCL, (c) ISAT	34
Gambar 4.5 <i>Time Series Plot</i> (a) IHSG dan (b) IDR/USD	35
Gambar 4.6 Plot ACF dan PACF (a) TLKM, (b) EXCL, (c) ISAT.....	36
Gambar 4.7 Plot ACF dan PACF Residual Kuadrat Model ARMAX (a) TLKM, (b) EXCL, (c) ISAT	43
Gambar 4.8 Plot CVaR Risiko dan Profit Perusahaan TLKM dengan ARMAX-GARCHX (a) 250 hari, (b) 375 hari, (c) 500.....	49
Gambar 4.9 Plot CVaR Risiko dan Profit Perusahaan EXCL dengan ARMAX-GARCHX (a) 250 hari, (b) 375 hari, (c) 500.....	50
Gambar 4.10 Plot CVaR Risiko dan Profit Perusahaan ISAT dengan ARMAX-GARCHX (a) 250 hari, (b) 375 hari, (c) 500.....	52
Gambar 4.11 Plot CVaR Risiko dan Profit Perusahaan TLKM dengan ARMAX-EGARCHX (a) 250 hari, (b) 375 hari, (c) 500.....	60

Gambar 4.12	Plot CVaR Risiko dan Profit Perusahaan EXCL dengan ARMAX-EGARCHX (a) 250 hari, (b) 375 hari, (c) 500	61
Gambar 4.13	Plot CVaR Risiko dan Profit Perusahaan ISAT dengan ARMAX-EGARCHX (a) 250 hari, (b) 375 hari, (c) 500	63
Gambar 4.14	Plot CVaR Risiko dan Profit Perusahaan TLKM dengan ARMAX-GJRGARCHX (a) 250 hari, (b) 375 hari, (c) 500	71
Gambar 4.15	Plot CVaR Risiko dan Profit Perusahaan EXCL dengan ARMAX-GJRGARCHX (a) 250 hari, (b) 375 hari, (c) 500	73
Gambar 4.16	Plot CVaR Risiko dan Profit Perusahaan ISAT dengan ARMAX-GJRGARCHX (a) 250 hari, (b) 375 hari, (c) 500	74
Gambar 4.17	Plot CVaR Risiko dan Profit Perusahaan TLKM dengan ARMAX-APARCHX (a) 250 hari, (b) 375 hari, (c) 500	82
Gambar 4.18	Plot CVaR Risiko dan Profit Perusahaan EXCL dengan ARMAX-APARCHX (a) 250 hari, (b) 375 hari, (c) 500	83
Gambar 4.19	Plot CVaR Risiko dan Profit Perusahaan ISAT dengan ARMAX-APARCHX (a) 250 hari, (b) 375 hari, (c) 500	85
Gambar 4.20	Plot CVaR Risiko dan Profit Perusahaan TLKM dengan ARMAX-FGARCHX (a) 250 hari, (b) 375 hari, (c) 500	93
Gambar 4.21	Plot CVaR Risiko dan Profit Perusahaan EXCL dengan ARMAX-FGARCHX (a) 250 hari, (b) 375 hari, (c) 500	94

Gambar 4.22	Plot CVaR Risiko dan Profit Perusahaan ISAT dengan ARMAX-FGARCHX (a) 250 hari, (b) 375 hari, (c) 500.....	96
Gambar 4.23	Plot CVaR Risiko dan Profit Perusahaan TLKM dengan ARMAX-CGARCHX (a) 250 hari, (b) 375 hari, (c) 500.....	104
Gambar 4.24	Plot CVaR Risiko dan Profit Perusahaan EXCL dengan ARMAX-CGARCHX (a) 250 hari, (b) 375 hari, (c) 500.....	105
Gambar 4.25	Plot CVaR Risiko dan Profit Perusahaan ISAT dengan ARMAX-GARCHX (a) 250 hari, (b) 375 hari, (c) 500.....	107

(Halaman ini sengaja dikosongkan)

DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 2.1 Bentuk Transformasi	11
Tabel 2.2 Karakteristik plot ACF dan PACF	12
Tabel 2.3 Variasi GARCH.....	17
Tabel 3.1 Variabel Penelitian.....	26
Tabel 3.2 Struktur Data	26
Tabel 4.1 Karakteristik <i>Return</i> Saham Harian Perusahaan Sub Sektor Telekomunikasi	34
Tabel 4.2 Estimasi dan Uji Signifikansi Parameter Model ARMAX	38
Tabel 4.3 Uji Asumsi <i>White Noise</i> Model ARMAX.....	40
Tabel 4.4 Uji Normalitas Residual ARMAX	40
Tabel 4.5 Pemilihan Model ARMAX Terbaik Berdasarkan AIC	41
Tabel 4.6 Uji <i>Lagrange Multiplier</i> Residual ARMAX	42
Tabel 4.7 Estimasi dan Uji Signifikansi Model ARMAX- GARCHX Perusahaan TLKM	44
Tabel 4.8 Pemodelan Ulang ARMAX-GARCHX <i>Return</i> Perusahaan TLKM.....	45
Tabel 4.9 Estimasi dan Uji Signifikansi Model ARMAX- GARCHX Perusahaan EXCL	45
Tabel 4.10 Pemodelan ulang ARMAX-GARCHX <i>Return</i> Perusahaan EXCL.....	46
Tabel 4.11 Estimasi dan Uji Signifikansi Model ARMAX- GARCHX Perusahaan ISAT.....	47
Tabel 4.12 Pemodelan ulang ARMAX-GARCHX <i>Return</i> Perusahaan ISAT	48

Tabel 4.13 Estimasi Nilai CVaR dengan Pendekatan ARMAX-GARCHX	53
Tabel 4.14 Estimasi dan Uji Signifikansi Model ARMAX-EGARCHX Perusahaan TLKM	55
Tabel 4.15 Pemodelan Ulang ARMAX-EGARCHX <i>Return</i> Perusahaan TLKM	55
Tabel 4.16 Estimasi dan Uji Signifikansi Model ARMAX-EGARCHX Perusahaan EXCL	56
Tabel 4.17 Pemodelan ulang ARMAX-EGARCHX <i>Return</i> Perusahaan EXCL	57
Tabel 4.18 Estimasi dan Uji Signifikansi Model ARMAX-EGARCHX Perusahaan ISAT	58
Tabel 4.19 Pemodelan ulang ARMAX-EGARCHX <i>Return</i> Perusahaan ISAT	59
Tabel 4.20 Estimasi Nilai CVaR dengan Pendekatan ARMAX-EGARCHX	64
Tabel 4.21 Estimasi dan Uji Signifikansi Model ARMAX-GJRGARCHX Perusahaan TLKM	65
Tabel 4.22 Pemodelan Ulang ARMAX-GJRGARCHX <i>Return</i> Perusahaan TLKM	66
Tabel 4.23 Estimasi dan Uji Signifikansi Model ARMAX-GJRGARCHX Perusahaan EXCL	67
Tabel 4.24 Pemodelan ulang ARMAX-GJRGARCHX <i>Return</i> Perusahaan EXCL	68
Tabel 4.25 Estimasi dan Uji Signifikansi Model ARMAX-GJRGARCHX Perusahaan ISAT	68
Tabel 4.26 Pemodelan ulang ARMAX-GJRGARCHX <i>Return</i> Perusahaan ISAT	69
Tabel 4.27 Estimasi Nilai CVaR dengan Pendekatan ARMAX-GJRGARCHX	75

Tabel 4.28	Estimasi dan Uji Signifikansi Model ARMAX- APARCHX Perusahaan TLKM	76
Tabel 4.29	Pemodelan Ulang ARMAX-APARCHX <i>Return</i> Perusahaan TLKM.....	77
Tabel 4.30	Estimasi dan Uji Signifikansi Model ARMAX- APARCHX Perusahaan EXCL	78
Tabel 4.31	Pemodelan ulang ARMAX-APARCHX <i>Return</i> Perusahaan EXCL.....	79
Tabel 4.32	Estimasi dan Uji Signifikansi Model ARMAX- APARCHX Perusahaan ISAT	79
Tabel 4.33	Pemodelan ulang ARMAX-APARCHX <i>Return</i> Perusahaan ISAT	80
Tabel 4.34	Estimasi Nilai CVaR dengan Pendekatan ARMAX- APARCHX	85
Tabel 4.35	Estimasi dan Uji Signifikansi Model ARMAX- FGARCHX Perusahaan TLKM	87
Tabel 4.36	Pemodelan Ulang ARMAX-FGARCHX <i>Return</i> Perusahaan TLKM.....	88
Tabel 4.37	Estimasi dan Uji Signifikansi Model ARMAX- FGARCHX Perusahaan EXCL	88
Tabel 4.38	Pemodelan ulang ARMAX-FGARCHX <i>Return</i> Perusahaan EXCL.....	89
Tabel 4.39	Estimasi dan Uji Signifikansi Model ARMAX- FGARCHX Perusahaan ISAT	90
Tabel 4.40	Pemodelan ulang ARMAX-FGARCHX <i>Return</i> Perusahaan ISAT	91
Tabel 4.41	Estimasi Nilai CVaR dengan Pendekatan ARMAX- GARCHX	96
Tabel 4.42	Estimasi dan Uji Signifikansi Model ARMAX- CGARCHX Perusahaan TLKM.....	98

Tabel 4.43	Pemodelan Ulang ARMAX-CGARCHX <i>Return</i> Perusahaan TLKM.....	99
Tabel 4.44	Estimasi dan Uji Signifikansi Model ARMAX- CGARCHX Perusahaan EXCL.....	99
Tabel 4.45	Pemodelan ulang ARMAX-CGARCHX <i>Return</i> Perusahaan EXCL.....	101
Tabel 4.46	Estimasi dan Uji Signifikansi Model ARMAX- CGARCHX Perusahaan ISAT	101
Tabel 4.47	Pemodelan ulang ARMAX-CGARCHX <i>Return</i> Perusahaan ISAT	102
Tabel 4.48	Estimasi Nilai CVaR dengan Pendekatan ARMAX- CGARCHX.....	108
Tabel 4.49	Hasil <i>Expected Shortfall</i> perusahaan TLKM.....	109
Tabel 4.50	Hasil <i>Expected Shortfall</i> Perusahaan EXCL	110
Tabel 4.51	Hasil <i>Expected Shortfall</i> Perusahaan ISAT	111
Tabel 4.52	Hasil <i>Duration Test</i> Perusahaan TLKM.....	113
Tabel 4.53	Hasil <i>Duration Test</i> Perusahaan EXCL.....	114
Tabel 4.54	Hasil <i>Duration Test</i> Perusahaan ISAT	116

DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
Lampiran 1. Data Harga Saham Penutupan Sub Sektor Telekomunikasi	127
Lampiran 2. Data harga IHSG dan IDR/USD	128
Lampiran 3. Sintaksis <i>Time Series Plot</i> dan <i>Boxplot</i> Harga Saham, <i>Return</i> , dan Variabel Eksogen	129
Lampiran 4. Sintaksis Plot ACF dan PACF	131
Lampiran 5. Sintaksis Uji Signifikansi Parameter ARMAX... ..	131
Lampiran 6. Sintaksis Uji Signifikansi Parameter ARMAX(0,1) dan ARMAX(1,1)	132
Lampiran 7. Sintaksis Uji Kolmogorov Smirnov.....	132
Lampiran 8. Sintaksis Uji Lagrange Multiplier (LM)	133
Lampiran 9. Sintaksis Plot ACF dan PACF Residual Kuadrat	134
Lampiran 10. Sintaksis Estimasi Parameter ARMAX-GARCHX	135
Lampiran 11. Sintaksis Estimasi Parameter ARMAX-EGARCHX	136
Lampiran 12. Sintaksis Estimasi Parameter ARMAX-GJRGARCHX	137
Lampiran 13. Sintaksis Estimasi Parameter ARMAX-APARCHX	138
Lampiran 14. Sintaksis Estimasi Parameter ARMAX-FGARCHX	139
Lampiran 15. Sintaksis Estimasi Parameter ARMAX-CGARCHX.....	140
Lampiran 16. Sintaksis Estimasi VaR ARMAX-GARCHX... ..	141
Lampiran 17. Sintaksis Estimasi VaR ARMAX-EGARCHX.	144
Lampiran 18. Sintaksis Estimasi VaR ARMAX-GJRGARCHX	147
Lampiran 19. Sintaksis Estimasi VaR ARMAX-APARCHX.	150

Lampiran 20.	Sintaksis Estimasi VaR ARMAX-FGARCHX.	153
Lampiran 21.	Sintaksis Estimasi VaR ARMAX-CGARCHX	156
Lampiran 22.	Sintaksis Estimasi CVaR ARMAX-GARCHX	159
Lampiran 23.	Sintaksis Duration Test CVaR ARMAX- GARCHX.....	162

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Pertumbuhan pengguna internet di dunia tumbuh pesat dari tahun ke tahun, berdasarkan data pada tahun 2017 pengguna internet telah mencapai angka empat miliar pada 25 negara di dunia. Indonesia merupakan negara dengan persentase pertumbuhan pengguna internet tertinggi di dunia yaitu 51% dalam kurun waktu satu tahun, dimana angka tersebut melebihi angka pertumbuhan pengguna internet di dunia yang hanya 10% (Databoks, 2017). Persentase pertumbuhan sebesar 51% didapatkan dari pengembangan fasilitas internet yang dilakukan oleh pemerintah Indonesia untuk mendukung peningkatan angka melek internet, namun persebarannya masih belum merata. Wilayah bagian timur memiliki fasilitas internet yang masih belum sebaik wilayah bagian barat khususnya pulau Jawa (Asosiasi Penyedia Jasa Internet Indonesia, 2014). Berdasarkan profil pengguna internet, dari 88,1 juta jiwa pengguna internet, rentang usia 18-25 tahun merupakan pengguna internet terbanyak yaitu sebesar 49% dari total pengguna pada tahun 2014 (Asosiasi Penyedia Jasa Internet Indonesia, 2014). Penggunaan internet beragam, diantaranya untuk *social media*, bermain *online game*, *streaming*, mencari referensi, bisnis baik bisnis konvensional maupun *e-commerce*, serta kepentingan politik dan pemerintahan. Untuk itu diperlukan pembangunan fasilitas pendukung internet untuk mengimbangi pertumbuhan internet yang semakin besar. Pembangunan fasilitas internet itu terus dilakukan untuk meningkatkan kecepatan dan kenyamanan pengguna internet, salah satu operator di Indonesia sedang melakukan pembangunan kabel laut yang melintasi Australia-Indonesia-Singapura (Rou, detik.com, 2017).

Fasilitas penggunaan internet juga mengalami peningkatan. Awalnya hanya dapat digunakan di komputer atau laptop menggunakan modem. Saat ini *smartphone* sudah difasilitasi data internet dengan menggunakan kartu seluler. Untuk menunjang

kecepatan internet, media berinternet seperti modem dan paket data *smartphone* sedang mengalami banyak pengembangan dari yang awalnya kabel biasa menjadi *fiber optic* yang disinyalir dapat menghantarkan sinyal yang lebih cepat. Perkembangan program penjualan data internet di pasar memiliki variasi harga dan paket-paket yang bertujuan untuk menarik pelanggan baik pelanggan rumahan maupun bisnis, salah satunya ialah paket bulanan yang berisi fasilitas internet dan tv kabel. Operator seluler melakukan peningkatan pelayanan dengan menaikkan kecepatan internet, dan penjualan paket data yang bervariasi sesuai kebutuhan internet pelanggannya. Kompetisi peningkatan layanan internet tersebut dapat menjadi persaingan antara perusahaan telekomunikasi yang dapat berdampak pada peningkatan kinerja sekaligus memberikan dampak positif bagi perekonomian di Indonesia. Dampak tersebut adalah berdirinya banyak perusahaan *start up* pemberi jasa *online*, belanja *online*, dan paket liburan *online* yang memudahkan dalam bertransaksi tanpa harus keluar rumah maupun mengantri.

Perusahaan operator telekomunikasi memiliki tantangan yang besar untuk memfasilitasi pengguna internet yang akan terus bertambah karena bentuk transaksi digital yang harus segera dipenuhi. Tuntutan akan penyediaan layanan paket data yang merupakan alternatif biaya berinternet bagi pengguna kartu seluler menjadi sangat besar, selain sebagai tantangan hal tersebut juga dapat menjadi peluang bagi perusahaan-perusahaan operator seluler di tanah air. Tiga perusahaan yang berpeluang sebagai pengeruk konsumen dalam hal ini adalah PT. Telekomunikasi Indonesia Tbk., PT. XL Axiata Tbk., dan PT. Indosat Tbk. yang merupakan perusahaan-perusahaan yang menguasai sebagian besar pangsa pasar produk telekomunikasi di Indonesia dengan persentase pangsa pasar masing-masing sebesar 56%, 15%, dan 29% pelanggan secara berurutan pada akhir tahun 2017. Ketiga perusahaan tersebut juga telah terdaftar sebagai emiten di Bursa Efek Indonesia (BEI) sub sektor telekomunikasi dengan kode emiten masing-masing adalah TLKM, EXCL, dan ISAT.

Investasi pada ketiga perusahaan tersebut dapat memberikan *return* yang besar yaitu keuntungan hingga 145% untuk TLKM, kerugian sebesar masing-masing 48,07% dan 25,58% untuk EXCL dan ISAT. Berdasarkan angka tersebut, maka investor harus mempertimbangan sisi risiko dari ketiga saham tersebut, karena sudah menjadi karakteristik saham bahwa *high return high risk*. Untuk itu diperlukan suatu metode untuk memperhitungkan tingkat risiko saham yaitu VaR (*Value at Risk*) dan CVaR (*Conditional Value at Risk*). VaR bertujuan untuk menghitung tingkat keuntungan atau kerugian suatu investasi dalam waktu yang relatif dekat tanpa melihat pengaruh dari tingkat keuntungan atau kerugian perusahaan lain (Chan & Wong, 2015) sedangkan CVaR digunakan untuk menangkap pengaruh dari *return* saham lain. Nilai *return* saham tidak hanya dipengaruhi oleh nilai *return* saham masa lalunya, namun faktor-faktor makroekonomi seperti kurs, tingkat inflasi, dan Indeks Harga Saham Gabungan (IHSG) disinyalir berpengaruh terhadap besarnya *return* saham. Hal tersebut sesuai dengan penelitian Tu dan Cheng (2017) bahwa faktor-faktor eksternal dapat membuat model VaR menjadi lebih baik. Nilai VaR dapat didekati dengan berbagai metode salah satunya adalah dengan ARMA-GARCH pada data finansial yang memiliki volatilitas tinggi. Namun, ARMA-GARCH tidak dapat menangkap variabel eksogen, oleh karena itu metode ARMAX-GARCHX dapat dijadikan alternatif sehingga faktor-faktor makroekonomi dapat ditangkap oleh model.

Penelitian sebelumnya terkait VaR dan CVaR dilakukan oleh Webby, dkk (2006) dengan objek sungai Mekong melalui simulai VaR terhadap keuntungan, biaya, dan akibat dari pembangunan sumber air di sungai Basin. Hasil penelitian menunjukkan bahwa risiko finansial kepada pemerintah lebih besar, karena pemerintah harus memberi bantuan kepada nelayan. Penelitian oleh Hickey, Loomis, dan Mohammadi (2011) tentang peramalan harga listrik perjam menggunakan ARMAX-GARCH memperoleh hasil bahwa perhitungan volatilitas menggunakan APARCH lebih baik di area tanpa pembatasan penggunaan listrik, sedangkan model GARCH

lebih baik digunakan pada area dengan pembatasan penggunaan listrik. Selain itu, penelitian yang dilakukan oleh Liu dan Shi (2013) menunjukkan hasil bahwa model ARMA-GARCH lebih efektif melakukan permalan terhadap harga listrik. Robedo dan Ugolini (2015) yang meneliti tentang risiko hutang dari sepuluh negara Eropa pada periode tahun 2009 hingga pertengahan 2012 menggunakan CVaR dengan hasil bahwa kebangkrutan yang diderita oleh Yunani berdampak pada beberapa negara seperti Belgia, Italia, Belanda, dan Portugal. Penelitian lain, menunjukkan bahwa VaR diestimasi oleh *Block Maxima* (BM) dan *Peaks Over Threshold* (POT) pada kasus *Exchangeability*, dan *extreme returns* menghasilkan nilai VaR yang lebih baik daripada estimasi *Extreme Value Theory* (EVT) yang lainnya (Huang, North, & Zewotir, 2016). Penelitian selanjutnya dilakukan oleh Mabrouk (2016) yang berfokus pada tiga model *conditional variance* yaitu FIGARCH, HYGARCH, dan FIAPARCH untuk mengestimasi nilai VaR dengan hasil FIAPARCH memprediksi model lebih akurat. Penelitian yang dilakukan oleh Nastiti dan Prastyo (2016) tentang risiko perusahaan telekomunikasi di Indonesia menghasilkan bahwa pada kuantil yang sama, estimasi menggunakan VaR dengan menggunakan pendekatan EVT lebih baik daripada menggunakan ARMA-GARCH. Penelitian yang dilakukan oleh Firdauz dan Prastyo (2017) tentang analisis risiko *return* saham perusahaan sub sektor konstruksi terhadap dampak terjadinya *tax amnesty* menghasilkan estimasi VaR dan CVaR menggunakan ARMA-GARCH maupun ARMAX-GARCHX memberikan hasil yang sama pada *window* tertentu. Sejalan dengan penelitian yang dilakukan oleh Ramadhani dan Prastyo (2017) tentang analisis risiko *return* saham sub sektor *property* dan *real estate* didapatkan hasil bahwa estimasi VaR dan CVaR menggunakan ARMA-GARCH maupun ARMAX-GARCHX memiliki akurasi yang sama pada *window* tertentu. Selain itu penelitian yang dilakukan oleh Bikcora, Verheijen, dan Weiland (2018) tentang peramalan peningkatan permintaan kebutuhan listrik menggunakan model ekonometrik. Penelitian tersebut

memberikan hasil bahwa ARMA-GARCH memberikan performa yang lebih baik. Sebelumnya, pernah dilakukan penelitian mengenai evaluasi risiko *return* saham sub sektor konstruksi dan bangunan yang menunjukkan bahwa variabel eksogen nilai tukar rupiah terhadap dollar (IDR/USD) dan Indeks Harga Saham Gabungan (IHSG) berpengaruh signifikan terhadap nilai *return* saham sub sektor konstruksi dan bangunan yang diukur dengan *Capital Asset Pricing Model* (CAPM) dan estimasi nilai VaR menggunakan GARCHX lebih akurat daripada ARMAX-GARCHX karena model ARMAX bersifat redundan (Prastyo, et al., 2018). Penelitian dengan objek yang sama yang dilakukan oleh Prastyo et al. (2018) menunjukkan bahwa nilai estimasi VaR lebih baik dilakukan pada *window* 500 hari transaksi.

Pada penelitian ini akan dilakukan pengukuran risiko terhadap *return* saham harga *close* perusahaan sub sektor telekomunikasi yaitu TLKM, ISAT, EXCL dengan periode waktu dari 1 Januari 2010 hingga 31 Maret 2018 dengan melakukan konsep *moving window* 250, 375, dan 500 hari transaksi untuk mendapatkan model yang sama dengan parameter yang optimal dan konsisten. Metode yang digunakan adalah *Conditional Value at Risk* (CVaR) dengan pendekatan ARMAX-GARCHX dengan membandingkan enam variasi model GARCHX. Penggunaan metode CVaR bertujuan untuk membandingkan risiko *return* saham dari ketiga perusahaan, sedangkan penggunaan metode ARMAX-GARCHX untuk mengestimasi model VaR yang nantinya digunakan untuk mengestimasi model CVaR, serta untuk menangkap adanya pengaruh variabel eksogen. Perbandingan variasi metode GARCHX bertujuan untuk menentukan model terbaik yang dapat menangkap adanya volatilitas yang tinggi pada *return* saham ketiga perusahaan sub sektor telekomunikasi. Sehingga pada penelitian ini diharapkan variasi GARCHX memberikan hasil yang lebih baik untuk menangkap volatilitas pada *return* saham perusahaan telekomunikasi.

1.2 Rumusan Masalah

Investasi merupakan suatu kegiatan penanaman modal yang memiliki risiko yang tinggi. Untuk itu seorang investor harus memiliki kemampuan dalam pengelolaan portofolio saham agar dapat meminimalisir risiko dalam investasinya. Permasalahan yang akan diselesaikan adalah mengetahui karakteristik *return* saham, nilai tukar IDR/USD, dan IHSG, melakukan estimasi resiko CVaR dengan pendekatan ARMAX dan variasi GARCHX. Melakukan perbandingan akurasi metode CVaR dengan pendekatan ARMAX dan variasi GARCHX yang berbeda pada perusahaan sub sektor telekomunikasi dengan menggunakan *duration test*.

1.3 Tujuan

Tujuan yang ingin dicapai pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Mendeskripsikan karakteristik data *return* saham TLKM, ISAT, EXCL, IHSG, dan *return* nilai tukar IDR/USD
2. Menghitung estimasi risiko saham TLKM, ISAT, dan EXCL menggunakan CVaR dengan pendekatan ARMAX-GARCHX
3. Mengetahui hasil perbandingan akurasi pendekatan ARMAX dan variasi GARCHX untuk CVaR menggunakan *duration test* sebagai *backtesting*.

1.4 Manfaat

Manfaat yang ingin diperoleh dari penelitian ini adalah memberikan wawasan bagi masyarakat tentang penerapan metode statistika di bidang finansial terutama saham. Manfaat lainnya yaitu memberikan tambahan informasi kepada investor yang ingin menginvestasikan modalnya pada saham sub sektor telekomunikasi, serta memberikan tambahan informasi terkait pergerakan *return* saham kepada masyarakat dan perusahaan sub sektor telekomunikasi.

1.5 Batasan Masalah

Batasan masalah pada penelitian adalah data *return* saham harian pada PT. Telekomunikasi Indonesia Tbk (TLKM), PT. Indosat Tbk (ISAT), dan PT. XL Axiata Tbk (EXCL). Variabel eksogen yang digunakan adalah nilai tukar rupiah terhadap dollar Amerika (IDR/USD) dan IHSG. Data yang digunakan pada periode waktu 4 Januari 2010 sampai 31 Maret 2018.

(Halaman ini sengaja dikosongkan)

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 *Return Saham*

Return saham adalah hasil pengembalian saham yang diperoleh oleh investor, hasil pengembalian itu dapat berupa keuntungan atau kerugian. *Return* saham dibedakan menjadi dua yakni *realized return* dan *expected return*. *Realized return* adalah *return* yang telah terjadi pada waktu-waktu sebelumnya, sedangkan *expected return* adalah *return* yang diharapkan diperoleh pada masa yang akan datang. *Return* saham dapat dihitung menggunakan persamaan (2.1) berikut (Brigham & Houston, 2007):

$$R_t = \frac{P_t - P_{t-1}}{P_{t-1}}, \quad (2.1)$$

dengan:

R_t : *Return* untuk waktu t

P_t : *Price*, yaitu harga saham penutupan untuk waktu t

P_{t-1} : *Price*, yaitu harga saham penutupan untuk waktu $t-1$

2.2 *Nilai Tukar*

Nilai tukar atau kurs merupakan ukuran nilai mata uang suatu negara terhadap negara lain. Nilai tukar juga menjadi suatu indikator yang mempengaruhi aktivitas di pasar modal. Nilai tukar yang sering digunakan untuk mengamati kejadian pada pasar modal di Indonesia sering kali menggunakan nilai tukar rupiah terhadap dollar (IDR/USD).

2.3 *Autotgressive Moving Average (ARMA)*

Analisis *time series* merupakan analisis hubungan variabel terhadap variabel waktu pada data runtun waktu. Data runtun waktu dapat dianalisis jika memiliki pola data stasioner dengan menggunakan model *Autoregressive* (AR), *Moving Average* (MA), dan *Autoregressive Moving Average* (ARMA) yang merupakan gabungan dari kedua model yaitu *Autoregressive* dengan orde p

yang dinotasikan dengan $AR(p)$ dan proses *Moving Average* dengan orde q yang dinotasikan $MA(q)$ (Wei, 2006).

1. Model *Autoregressive* (AR)

Model *Autoregressive* (AR) merupakan sebuah proses yang menggambarkan kondisi Y_t yang dipengaruhi oleh kondisi-kondisi sebelumnya $(Y_{t-1}, Y_{t-2}, \dots, Y_{t-p})$ yang memiliki model matematis $AR(p)$ sebagai berikut :

$$\dot{Y} = \phi_1 \dot{Y}_{t-1} + \phi_2 \dot{Y}_{t-2} + \dots + \phi_p \dot{Y}_{t-p} + a_t, \quad (2.2)$$

dengan \dot{Y}_t adalah $Y_t - \mu$ dan ϕ adalah parameter AR.

2. Model *Moving Average* (MA)

Model *Moving Average* (MA) merupakan sebuah proses yang menggambarkan suatu kondisi dimana nilai estimasi variabel dipengaruhi \dot{Y}_t oleh kesalahan (*error*) pada saat a_t

dan kesalahan-kesalahan sebelumnya $(a_{t-1}, a_{t-2}, \dots, a_{t-q})$ yang memiliki model matematis $MA(q)$ sebagai berikut :

$$\dot{Y}_t = a_t - \theta_1 a_{t-1} - \theta_2 a_{t-2} - \dots - \theta_q a_{t-q} \quad (2.3)$$

dengan θ adalah parameter MA

3. Model *Autoregressive Moving Average* (ARMA)

Model *Autoregressive Moving Average* (ARMA) merupakan model gabungan dari proses $AR(p)$ dan $MA(q)$, sehingga model umum $ARMA(p,q)$ adalah sebagai berikut :

$$\begin{aligned} \dot{Y} = \phi_1 \dot{Y}_{t-1} + \dots + \phi_p \dot{Y}_{t-p} + a_t \\ - \theta_1 a_{t-1} - \dots - \theta_q a_{t-q} \end{aligned} \quad (2.4)$$

Untuk melakukan pemodelan ARMA, diperlukan beberapa langkah yang harus dilakukan, langkah-langkah tersebut antara lain

1. Melakukan identifikasi model

Identifikasi model dilakukan untuk mengetahui apakah data telah stasioner dalam *mean* maupun varians. Identifikasi kestasioneritasan data dapat dilakukan dengan membuat *time series plot*, plot *Autocorrelation Function* (ACF), serta pengujian *Augmented Dickey Fuller*. Apabila data tidak stasioner dalam

mean, maka perlu dilakukan *differencing*. *Differencing* data dapat dilakukan dengan menggunakan persamaan berikut.

$$W_t = (1 - B)^d Y_t \quad (2.5)$$

Apabila data masih belum memenuhi asumsi stasioner dalam varians, maka perlu dilakukan transformasi *Box-Cox*. Tabel 2.1 berikut menunjukkan bentuk transformasi *Box-Cox*.

Tabel 2.1 Bentuk Transformasi	
Nilai estimasi λ	Transformasi
-1	$\frac{1}{Y_t}$
-0,5	$\frac{1}{\sqrt{Y_t}}$
0	$\ln Y_t$
0,5	$\sqrt{Y_t}$
1	Y_t (tidak ada transformasi)

Setelah memenuhi asumsi data stasioner, selanjutnya adalah menentukan orde p dan q . Untuk menunjukkan orde p dan q , diperlukan plot ACF dan *Partial Autocorrelation Function* (PACF). Perhitungan untuk membuat plot ACF dan PACF dapat menggunakan persamaan (2.6) dan (2.8) sebagai berikut :

$$\rho = \text{corr}(Y_t, Y_{t+k}) = \frac{\text{cov}(Y_t, Y_{t+k})}{\sqrt{\text{var}(Y_t)}\sqrt{\text{var}(Y_{t+k})}} \quad (2.6)$$

Sifat stasioner menjadikan $\text{var}(Y_t) = \text{var}(Y_{t+k})$ dan $\text{cov}(Y_t, Y_{t+k}) = E[(Y_t - \mu)(Y_{t+k} - \mu)]$ secara matematis, perhitungan ACF yang didasarkan pada data sampel deret waktu dan didefinisikan pada persamaan (2.7) sebagai berikut.

$$\hat{\rho}_k = \frac{\sum_{t=1}^{n-k} (Y_t - \bar{Y})(Y_{t+k} - \bar{Y})}{\sum_{t=1}^n (Y_t - \bar{Y})^2} \quad (2.7)$$

dengan

$$\bar{Y} = \frac{1}{n} \sum_{t=1}^n Y_t$$

$$Y_t = \text{Data pada waktu ke } t$$

Y_{t+k} = Data pada waktu ke $t-k$
 k = 0, 1, 2, ..., K

$$\begin{aligned}\hat{\phi}_{kk} &= \text{corr}(Y_t, Y_{t+k} | Y_{t+1}, \dots, Y_{t+k-1}) \\ &= \frac{\widehat{cov}[(Y_t - \hat{Y}_t)(Y_{t+k} - \hat{Y}_{t+k})]}{\sqrt{\widehat{var}(Y_t - \hat{Y}_t)}\sqrt{\widehat{var}(Y_{t+k} - \hat{Y}_{t+k})}}\end{aligned}\quad (2.8)$$

dengan

$$\hat{Y}_t = \varphi_1 Y_{t+1} + \varphi_2 Y_{t+2} + \dots + \varphi_{k-1} Y_{t+k-1}$$

$$\hat{Y}_{t+k} = \varphi_1 Y_{t+k-1} + \varphi_2 Y_{t+k-2} + \dots + \varphi_{k-1} Y_{t+k+1}$$

Tabel 2.2 berikut adalah cara mengidentifikasi model orde p dan q pada model ARMA yang didasarkan dari melihat kondisi *lag* pada plot ACF dan PACF.

Tabel 2.2 Karakteristik plot ACF dan PACF

Model	ACF	PACF
AR(p)	Turun cepat (<i>dies down</i>)	Terpotong (<i>cuts off</i>) setelah lag ke- p
MA(q)	Terpotong (<i>cuts off</i>) setelah lag ke- q	Turun cepat (<i>dies down</i>)
ARMA(p, q)	Turun cepat (<i>dies down</i>)	Turun cepat (<i>dies down</i>)

2. Estimasi Parameter dan Uji Signifikansi

Setelah melakukan dugaan model ARMA, maka selanjutnya adalah melakukan tahap estimasi parameter untuk memperoleh nilai dari setiap parameter dalam model ARMA. Estimasi parameter dari model dugaan ARMA dapat dilakukan menggunakan Metode *Maximum Likelihood Estimation (MLE)*.

Berdasarkan asumsi $\{Y_t\}$ bersifat stasioner dan a_t memenuhi asumsi $N(0, \sigma^2)$, maka Y_t dan a_t yang tidak diketahui masing-masing dapat digantikan dengan \bar{Y} dan 0 sehingga didapatkan $S_*(\phi, \mu, \theta)$ dan didefinisikan pada persamaan (2.9) berikut :

$$S_*(\phi, \mu, \theta) = \sum_{t=p+1}^n a_t^2(\phi, \mu, \theta) | Y_*, a_*, Y \quad (2.9)$$

dengan \mathbf{Y}_* adalah $(Y_{1-p}, Y_{2-p}, \dots, Y_{-1}, Y_0)'$, \mathbf{a}_* adalah $(a_{1-q}, a_{2-q}, \dots, a_{-1}, a_0)'$ dan \mathbf{Y} adalah $(Y_1, Y_2, \dots, Y_n)'$, sehingga berdasarkan (Wei, 2006), nilai σ_a^2 dapat diestimasi menggunakan persamaan (2.10) berikut :

$$\hat{\sigma}_a^2 = \frac{S_*(\hat{\phi}, \hat{\mu}, \hat{\theta})}{n - (2p + q + 1)} \quad (2.10)$$

Setelah didapatkan estimasi parameter maka dilakukan pengujian hipotesis untuk pengujian signifikansi parameter model AR dengan hipotesis sebagai berikut :

$$H_0 : \phi_j = 0$$

$$H_1 : \phi_j \neq 0$$

dengan statistik uji yang digunakan adalah

$$t_{hitung} = \frac{\hat{\phi}_j}{SE(\hat{\phi}_j)} \quad (2.11)$$

Dengan $SE(\hat{\phi}_j)$ merupakan *standard error* dari parameter model AR. H_0 ditolak apabila nilai statistic uji $|t_{hitung}| > t_{\alpha/2, (n-n_p)}$, dengan n merupakan banyaknya pengamatan dan n_p merupakan banyaknya parameter yang diestimasi. Sedangkan hipotesis yang digunakan untuk melakukan pengujian signifikansi parameter model MA adalah sebagai berikut :

$$H_0 : \theta_j = 0$$

$$H_1 : \theta_j \neq 0$$

dengan statistik uji yang digunakan adalah

$$t_{hitung} = \frac{\hat{\theta}_j}{SE(\hat{\theta}_j)} \quad (2.12)$$

dengan $SE(\hat{\theta}_j)$ merupakan *standard error* dari parameter model MA. H_0 ditolak apabila nilai statistik uji $|t_{hitung}| > t_{\alpha/2, (n-n_q)}$, dengan n merupakan banyaknya pengamatan dan n_q merupakan banyaknya parameter yang diestimasi.

3. Cek Diagnosa

Model ARMA dengan parameter yang signifikan juga harus memenuhi asumsi *white noise* dan berdistribusi normal. Residual disebut *white noise* jika residual tersebut bersifat independen dengan residual yang tidak berkorelasi, mempunyai *mean nol* dan varians konstan. Untuk melakukan pengujian asumsi independen, dapat dilakukan dengan menggunakan *Ljung-Box test* dengan pengujian sebagai berikut.

$H_0 : \rho_1 = \rho_2 = \dots = \rho_k = \dots = \rho_K = 0$ (residual independen)

$H_1 : \text{minimal ada satu nilai } \rho_k \neq 0$ (residual tidak independen),
 $k=1,2,\dots,K$.

Perhitungan statistik uji Q dapat dilakukan menggunakan persamaan berikut :

$$Q = n(n+2) \sum_{k=1}^K \frac{\hat{\rho}_k^2}{n-k} \quad (2.13)$$

H_0 akan ditolak apabila $Q > \chi_{K-p-q,\alpha}^2$ dengan $\hat{\rho}_k$ merupakan autokorelasi dari residual. Nilai p adalah banyaknya parameter AR pada model, q adalah banyaknya parameter MA pada model, n adalah banyaknya pengamatan, dan α adalah taraf signifikansi yang digunakan.

Selain residual bersifat independen, residual juga harus berdistribusi normal. Pengujian distribusi normal untuk residual dapat dilakukan menggunakan uji *Kolmogorov-Smirnov*. Berikut adalah hipotesis yang digunakan :

$H_0 : F(a_t) = F_0(a_t)$ (Residual mengikuti distribusi normal)

$H_0 : F(a_t) \neq F_0(a_t)$ (Residual tidak mengikuti distribusi normal)

Statistik uji yang digunakan adalah sebagai berikut :

$$D = \text{Sup}|F(a_t) - F_0(a_t)| \quad (2.14)$$

dengan:

$F(a_t)$ = fungsi distribusi frekuensi kumulatif residual

$F_0(a_t)$ = fungsi distribusi frekuensi kumulatif distribusi normal

Sup = nilai maksimum dari $|F(a_t) - F_0(a_t)|$

Daerah penolakan apabila nilai D lebih besar dari nilai tabel Kolmogorov-Smirnov yaitu $d_{n,\alpha}$ dengan n adalah banyaknya pengamatan dan α adalah taraf signifikansi yang digunakan.

4. Pemilihan Model Terbaik

Pendugaan model ARMA sering kali tidak tunggal sehingga diperlukan suatu kriteria tertentu untuk memilih model terbaik. Kriteria yang digunakan sebagai alternatif untuk memilih model ARMA terbaik yaitu AIC (*Akaike's Information Criterion*)

$$AIC(\Psi) = n \ln \hat{\sigma}_a^2 + 2\Psi \quad (2.15)$$

dengan Ψ merupakan banyaknya parameter dari model (Wei, 2006).

2.4 *Autoregressive Moving Average with Exogenous Variables (ARMAX)*

ARMAX adalah pengembangan dari model ARMA dengan memasukkan variabel eksogen ke dalam persamaannya. Model ARMA yang tidak hanya dipengaruhi oleh data periode sebelumnya (historis), namun juga dipengaruhi oleh variabel eksogen disebut ARMAX. Berikut merupakan persamaan secara umum dari model ARMAX (Hyndman, 2010).

$$\begin{aligned} Y_t &= \varpi_1 X_{1,t} + \dots + \varpi_U X_{U,t} + \phi_1 Y_{t-1} + \dots + \phi_p Y_{t-p} \\ &\quad - \theta_1 a_{t-1} - \dots - \theta_q a_{t-q} + a_t \\ &= \sum_{u=1}^U \varpi_u X_{u,t} + \sum_{j=1}^p \phi_j Y_{t-j} - \sum_{j=1}^q \theta_j a_{t-j} + a_t \end{aligned} \quad (2.16)$$

dengan :

Y_t : variabel respon pada waktu ke- t

$X_{U,t}$: variabel eksogen ke- U pada waktu ke- t

a_t : *white noise error*

2.5 *Generalized Autoregressive Conditional Heteroscedasticity (GARCH)*

Model *Generalized Autoregressive Conditional Heteroscedasticity* (GARCH) adalah bentuk umum atau generalisasi dari *Autoregressive Conditional Heteroscedasticity* (ARCH) dimana model tersebut bertujuan untuk mengatasi residual dari model regresi *time series* yang tidak memenuhi asumsi varians konstan, dan hal tersebut sering terjadi pada

kejadian finansial yang memiliki volatilitas data yang tinggi dalam hal ini *return* saham penutupan (Bollerslev, 1986).

$$\begin{aligned} R_t &= \mu_t + \varepsilon_t, \\ \varepsilon_t &= \sigma_t z_t, \end{aligned} \quad (2.17)$$

dengan R_t adalah *return* dan $z_t \sim N(0,1)$.

Pada model regresi yang ditunjukkan persamaan (2.17), parameter μ_t dapat dimodelkan oleh ARMA, sedangkan ε_t yang tidak memenuhi asumsi residual homogen dapat dimodelkan dengan ARCH yang dapat mengatasi keheterogenitasan residual data deret waktu dan dapat mendeteksi adanya pengaruh dari varians residual sebelumnya terhadap varians residual saat ini. Model ARCH memiliki bentuk umum pada persamaan (2.18) sebagai berikut :

$$\sigma_t^2 = \omega + \sum_{j=1}^r \varphi_j \varepsilon_{t-j}^2 \quad (2.18)$$

Dengan $\omega > 0$, $\varphi_j \geq 0$, $j = 1, 2, \dots, r$.

Adapun model GARCH terbagi menjadi dua, yaitu GARCH yang dapat menghitung volatilitas residual secara simetris dan GARCH yang dapat menghitung volatilitas residual secara asimetris. GARCH yang dapat menghitung volatilitas residual secara simetris dituliskan dengan persamaan sebagai berikut (Hentschel, 1995):

$$\sigma_t^2 = \omega + \sum_{j=1}^r \varphi_j \varepsilon_{t-j}^2 + \sum_{k=1}^s \beta_k \sigma_{t-k}^2 \quad (2.19)$$

dengan $\beta_k > 0$, $k = 1, 2, \dots, s$.

Model GARCH yang dapat menghitung volatilitas residual secara asimetris memiliki beberapa jenis, antara lain adalah *Exponential GARCH*, *GJR GARCH*, *Asymmetric Power ARCH*. Persamaan asimetris GARCH bermula dari persamaan (2.19) yang direduksi menjadi persamaan (2.20) sebagai berikut (Hentschel, 1995) :

$$\sigma_t = \omega + \varphi \sigma_{t-1} f(z_t) + \beta \sigma_{t-1}, \quad (2.20)$$

dengan

$$f(z_t) = |z_t - \eta_1| - \eta_1(z_t - \eta_2), \quad (2.21)$$

dengan η_1 parameter rotasi, dan η_2 parameter *shift*.

Persamaan (2.20) merupakan persamaan untuk asimetris GARCH yang linier. Persamaan (2.22) berikut adalah persamaan GARCH yang asimetris untuk volatilitas residual yang tidak linier.

$$\frac{\sigma_t^{\lambda-1}}{\lambda} = \omega' + \varphi \sigma_{t-1}^{\lambda} f^{\alpha}(z_t) + \beta \frac{\sigma_{t-1}^{\lambda-1}}{\lambda}, \quad (2.22)$$

dengan λ adalah hasil transformasi *Box-Cox* dari *conditional standard deviation*, α adalah parameter tranformasi.

Berdasarkan persamaan (2.19) hingga (2.22) didapatkan persamaan umum untuk semua bentuk GARCH yang mengikuti persamaan tersebut. Persamaan GARCH yang dapat diringkas antara lain adalah GARCH, EGARCH, GJRGARCH, APARCH. Berikut adalah persamaan umum yang dapat meringkas keempat bentuk GARCH yang dinamakan *Family* GARCH (FGARCH).

$$\sigma_t^{\lambda} = \omega + \sum_{j=1}^r \varphi_j \sigma_{t-j}^{\lambda} \left(|z_{t-j} - \eta_{1j}| - \eta_{1j}(z_{t-j} - \eta_{2j}) \right)^{\alpha} + \sum_{k=1}^s \beta_k \sigma_{t-k}^{\lambda}, \quad (2.23)$$

dengan λ adalah hasil transformasi *Box-Cox* dari *conditional standard deviation*, α adalah parameter tranformasi, η_1 parameter *shift*, dan η_2 parameter rotasi. Perbedaan untuk keempat variasi GARCH ditampilkan dalam Tabel 2.3 menurut (Hentschel, 1995) yang disesuaikan.

Tabel 2.3 Variasi GARCH

λ	α	η_1	η_2	Model
0	1	0	Bebas	<i>Exponential</i> GARCH (EGARCH)
2	2	0	0	GARCH
2	2	0	Bebas	GJRGARCH
Bebas	λ	0	$ \eta_2 \leq 1$	<i>Assymetic Power</i> ARCH (APARCH)

Berdasarkan Tabel 2.3 dapat dijabarkan untuk masing-masing model GARCH yang asimetris sebagai berikut :

- EGARCH

$$\log_e(\sigma_t^2) = \omega + \sum_{j=1}^r (\varphi_j z_{t-j} + \gamma_j (|z_{t-j}| - E|z_{t-j}|)) + \sum_{k=1}^s \beta_k \log_e(\sigma_{t-k}^2), \quad (2.24)$$

dengan γ_i adalah efek ukuran dan z_t adalah standarisasi residual.

- GJRARCH

$$\sigma_t^2 = \omega + \sum_{j=1}^r (\varphi_j \varepsilon_{t-j}^2 + \gamma_j I_{t-j} \varepsilon_{t-j}^2) + \sum_{k=1}^s \beta_k \sigma_{t-k}^2 \quad (2.25)$$

dengan I adalah 1 jika $a_{t-i} \leq 0$, dan 0 jika selainnya.

- APARCH

$$\sigma_t^\delta = \omega + \sum_{j=1}^r \varphi_j (|\varepsilon_{t-j}| - \gamma_j \varepsilon_{t-j})^\delta + \sum_{k=1}^s \beta_k \sigma_{t-k}^\delta, \quad (2.26)$$

dengan $\delta = 0, 1, 2, \dots$

Variasi model GARCH selanjutnya adalah model GARCH yang dapat menangkap efek *trend* jangka pendek maupun *trend* jangka Panjang (Li, Ghoshray, & Morley, 2012).

$$\sigma_t^2 = q_t + \sum_{j=1}^r \varphi_1 (\varepsilon_{t-j}^2 - q_{t-j}) + \sum_{k=1}^s \beta_k (\sigma_{t-k}^2 - q_{t-k}), \quad (2.27)$$

$$\text{dengan } q_t = \omega + p q_{t-1} + \phi (a_{t-1}^2 - \sigma_{t-1}^2), \quad (2.28)$$

q_t merupakan komponen yang dapat menangkap tren dari volatilitas residual yang mana jika dikombinasikan dengan parameter ARCH (φ), q_t dapat menangkap volatilitas tren jangka panjang, sedangkan jika dikombinasikan dengan parameter GARCH (β), q_t dapat menangkap volatilitas tren jangka pendek.

Dalam membentuk model GARCH, terdapat beberapa langkah yang harus dilakukan, antara lain sebagai berikut :

1. Identifikasi

Pengujian *Lagrange Multiplier* (LM) merupakan sebuah pengujian untuk mengidentifikasi adanya heteroskedastisitas atau

efek ARCH-GARCH dari model regresi *time series* residual berikut :

$$\hat{\varepsilon}_t^2 = \varphi_0 + \varphi_1 \hat{\varepsilon}_{t-1}^2 + \varphi_2 \hat{\varepsilon}_{t-2}^2 + \cdots + \varphi_s \hat{\varepsilon}_{t-s}^2 + a_t \quad (2.29)$$

Berikut adalah hipotesis untuk mengidentifikasi adanya heteroskedastisitas atau efek ARCH-GARCH

$H_0: \varphi_1 = \varphi_2 = \cdots = \varphi_s = 0$ (tidak terdapat efek ARCH-GARCH)

H_1 : Minimal ada satu $\varphi_i \neq 0$ (terdapat efek ARCH-GARCH),

$$i=1, 2, \dots, r.$$

Statistik uji yang digunakan adalah sebagai berikut

$$LM = n^* R^2 \quad (2.30)$$

H_0 ditolak jika $LM > \chi_{(a,s)}^2$, dengan n^* adalah banyaknya pengamatan (n) dikurangi banyaknya parameter (s) dan R^2 adalah nilai koefisien determinasi dari persamaan (2.29).

2. Estimasi Parameter dan uji signifikansi

Setelah diketahui terdapat efek ARCH-GARCH terhadap data, selanjutnya dilakukan estimasi parameter model GARCH yang dapat dilakukan dengan metode MLE dengan memaksimumkan *conditional likelihood* distribusi normal dari residual pada persamaan (2.31) berikut.

$$L(\varphi, \beta | Y) = \prod_{t=1}^n \left[\frac{1}{2\pi\sigma_t^2} \right]^{\frac{1}{2}} \exp \left[-\frac{\varepsilon_t^2}{2\sigma_t^2} \right] \quad (2.31)$$

Pada persamaan (2.19) nilai σ_t^2 dimasukkan sebagai fungsi *conditional variance* dari model GARCH sesuai dari persamaan (2.19), (2.23) hingga (2.27). Sehingga didapatkan fungsi *log likelihood* sebagai berikut (Wei, 2006) :

$$\ln L(\varphi, \beta | Y) = \sum_{t=0}^n \frac{1}{2} \left(-\ln(2\pi) - \ln \sigma_t^2 - \frac{\varepsilon_t^2}{\sigma_t^2} \right) \quad (2.32)$$

dengan $\varphi = (\varphi_1, \varphi_2, \dots, \varphi_r)$ dan $\beta = (\beta_1, \beta_2, \dots, \beta_s)$. Setelah didapatkan estimasi nilai parameter, selanjutnya melakukan pengujian signifikansi parameter model GARCH secara parsial. Untuk parameter model ARCH dengan hipotesis sebagai berikut $H_0: \varphi_i = 0$ (Parameter ARCH tidak signifikan)

H_1 : minimal ada satu $\varphi_i \neq 0$ (Parameter ARCH signifikan)

Statistik uji :

$$t_{hitung} = \frac{\hat{\varphi}_i}{SE(\hat{\varphi}_i)} \quad (2.33)$$

H_0 ditolak apabila nilai statistik uji $|t_{hitung}| > t_{\alpha/2, n_r}$, dengan n merupakan banyaknya pengamatan dan n_r merupakan banyaknya parameter yang diestimasi. Kemudian dilakukan estimasi untuk parameter β pada model GARCH dengan hipotesis sebagai berikut

$H_0 : \beta_j = 0$ (Parameter GARCH tidak signifikan)

H_1 : minimal ada satu $\beta_j \neq 0$ (Parameter GARCH signifikan)

Statistik uji:

$$t_{hitung} = \frac{\hat{\beta}_j}{SE(\hat{\beta}_j)} \quad (2.34)$$

H_0 ditolak apabila nilai statistik uji $|t_{hitung}| > t_{\alpha/2, n_s}$, dengan n merupakan banyaknya pengamatan dan n_s merupakan banyaknya parameter yang diestimasi.

2.6 *Generalized Autoregressive Conditional Heteroscedasticity with Exogenous Variables (GARCHX)*

Model *Generalized Autoregressive Conditional Heteroscedasticity with Exogenous Variables (GARCHX)* merupakan suatu model yang dapat digunakan untuk memodelkan data deret waktu pada bidang finansial yang mempunyai volatilitas yang tinggi dengan keterlibatan variabel eksogen. Bentuk umum dan variasi dari persamaan GARCHX dapat dilihat pada persamaan (2.35) sampai (2.41) berikut (Apergis & Rezitis, 2011) :

- GARCHX
- $\sigma_t^2 = \omega + \sum_{j=1}^r \varphi_j \varepsilon_{t-j}^2 + \sum_{k=1}^s \beta_k \sigma_{t-k}^2 + \sum_{l=1}^n \pi_l x_{it}^2 \quad (2.35)$
- EGARCHX

$$\log_e(\sigma_t^2) = \omega + \sum_{j=1}^r (\varphi_j z_{t-j} + \gamma_j (|z_{t-j}| - E|z_{t-j}|)) + \sum_{k=1}^s \beta_k \log_e(\sigma_{t-k}^2) + \sum_{l=1}^n \pi_l x_{lt}^2, \quad (2.36)$$

- GJRGARCHX

$$\sigma_t^2 = \omega + \sum_{j=1}^r (\varphi_j \varepsilon_{t-j}^2 + \gamma_j I_{t-j} \varepsilon_{t-j}^2) + \sum_{k=1}^s \beta_k \sigma_{t-k}^2 + \sum_{l=1}^n \pi_l x_{lt}^2 \quad (2.37)$$

- APARCHX

$$\sigma_t^\delta = \omega + \sum_{j=1}^r \varphi_j (|\varepsilon_{t-j}| - \gamma_j \varepsilon_{t-j})^\delta + \sum_{k=1}^s \beta_k \sigma_{t-k}^\delta + \sum_{l=1}^n \pi_l x_{lt}^2 \quad (2.38)$$

- FGARCHX

$$\sigma_t^\lambda = \omega + \sum_{j=1}^r \varphi_j \sigma_{t-j}^\lambda (|z_{t-j} - \eta_{2j}| - \eta_{1j} (z_{t-j} - \eta_{2j}))^\alpha + \sum_{k=1}^s \beta_k \sigma_{t-k}^\lambda + \sum_{l=1}^n \pi_l x_{lt}^2 \quad (2.39)$$

- CGARCHX

$$\sigma_t^2 = q_t + \sum_{j=1}^r \varphi_1 (\varepsilon_{t-j}^2 - q_{t-j}) + \sum_{k=1}^s \beta_k (\sigma_{t-k}^2 - q_{t-k}) + \sum_{l=1}^n \pi_l x_{lt}^2 \quad (2.40)$$

$$\text{dengan } q_t = \omega + \rho q_{t-1} + \phi (\varepsilon_{t-1}^2 - \sigma_{t-1}^2) \quad (2.41)$$

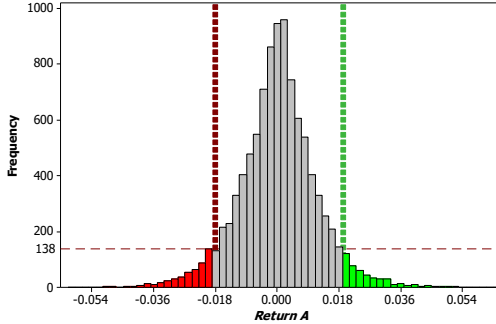
2.7 Value at Risk (VaR)

Value at Risk merupakan konsep perhitungan risiko yang dikembangkan dari konsep kurva normal. VaR bertujuan untuk menghitung tingkat keuntungan atau kerugian suatu investasi dalam waktu yang relative dekat. Kelebihan metode VaR adalah fokus pada *downside risk*, tidak tergantung pada asumsi distribusi *return*, dan pengukurannya dapat diaplikasikan ke seluruh produk finansial yang diperdagangkan. Nilai VaR dan perhitungannya didefinisikan pada persamaan (2.42) dan (2.43) sebagai berikut (Chan & Wong, 2015):

$$P(R_t < -\widehat{VaR}_t(\tau)) = (1 - C)\% = \tau \quad (2.42)$$

$$VaR_t(\tau) = \hat{\mu}_t + \hat{\sigma}_t F^{-1}(\tau) \quad (2.43)$$

dengan $F^{-1}(\tau)$ merupakan invers fungsi distribusi kumulatif kuantil ke- τ dari distribusi normal standar atau $F^{-1}(\tau) = Y_\tau$.



Gambar 2.1 Ilustrasi Kurva Value at Risk (VaR)

Gambar 2.1 menunjukkan bahwa dengan selang kepercayaan 95% dapat dikatakan bahwa selama 138 hari *return* perusahaan A berada pada titik terendah pada kisaran 1,8% hingga 5%, dan kurang dari 138 hari *return* perusahaan A berada pada titik tertinggi pada kisaran 1,9 hingga 5,4%. Angka tersebut menunjukkan bahwa jika melakukan investasi pada perusahaan A sebesar 100 juta, maka kerugian yang didapat sebesar 1,8 juta hingga 5 juta atau mendapatkan keuntungan sebesar 1,9 juta hingga 5,4 juta.

2.8 Conditional Value at Risk (CVaR)

CVaR merupakan pengembangan dari VaR yang merupakan suatu pengukuran risiko yang koheren dan tidak memerlukan asumsi berdistribusi normal yang juga dapat menangkap pengaruh dari variabel eksogen. Apabila $R_{A,t}$ merupakan *return* dari perusahaan A dengan M_t merupakan nilai dari variabel eksogen pada waktu ke- t dan τ menunjukkan kuantil, maka nilai VaR dapat ditulis pada persamaan (2.44) berikut (Chao, Hardle, & Wang, 2012) :

$$\widehat{VaR}_{\tau,A,t} = \hat{a}_{\tau,A} + \hat{\gamma}_{\tau,A}^T M_{t-1}, \quad (2.44)$$

Apabila terdapat dua perusahaan A dan B dengan masing-masing memiliki *return* sebesar $R_{A,t}$ dan $R_{B,t}$ yang melibatkan adanya pengaruh variabel eksogen M_t , maka model CVaR dapat dituliskan pada persamaan (2.45) sebagai berikut (Chao, Hardle, & Wang, 2012):

$$\widehat{CVaR}_{\tau,B|A,t} = \hat{\alpha}_{\tau,B|A} + \hat{\beta}_{\tau,B|A} \widehat{VaR}_{\tau,A,t} + \hat{\gamma}_{\tau,B|A}^T M_{t-1}, \quad (2.45)$$

dengan $\hat{\alpha}_{\tau,A}, \hat{\gamma}_{\tau,A}^T, \hat{\alpha}_{\tau,B|A}, \hat{\beta}_{\tau,B|A}, \hat{\gamma}_{\tau,B|A}^T, \hat{\alpha}_{\tau,A}, \hat{\gamma}_{\tau,A}^T$ adalah nilai estimasi parameter yang didapat dari model regresi kuantil.

2.9 Backtesting Duration Test

Backtesting merupakan metode yang digunakan untuk menguji validitas atau keakuratan suatu model *Value at Risk* (VaR) yang dibangun berdasarkan kondisi pasar sebenarnya. Fungsi risiko didefinisikan sebagai berikut (Candelon, Colletaz, Hurlin, & Tokpavi, 2008) :

$$I_{\tau,t} = \begin{cases} 1, & R_t < -VaR_{\tau,t} \\ 0, & R_t \geq -VaR_{\tau,t} \end{cases} \quad (2.46)$$

Backtesting Duration Test merupakan pengembangan dari *Backtesting* yang dapat menangkap efek durasi dari risiko dalam data finansial. Persamaannya dapat dilihat pada persamaan (2.47) berikut :

$$D_i = t_i - t_{i-1}, \quad (2.47)$$

dengan $i = 2, 3, \dots, T$

Model risiko sudah dikatakan sesuai jika tidak ada pengaruh waktu pada risiko atau bersifat *memory less* dan rata-rata *duration* $1/p$. Berikut adalah hipotesis untuk kesesuaian model risiko

H_0 : Durasi di antara pelanggaran batas VaR bersifat *memory less* (b=1)

H_1 : Durasi di antara pelanggaran batas VaR tidak bersifat *memory less* (b≠1)

Berdasarkan hipotesis nol diperoleh distribusi Eksponensial dengan persamaan (2.48) sebagai berikut :

$$f_{exp}(D; p) = p \exp(-pD), \quad (2.48)$$

dengan *hazard function* pada persamaan (2.49) berikut :

$$\lambda_{exp}(D) = \frac{f_{exp}(D)}{1-F_{exp}(D)} = p \quad (2.49)$$

Statistik uji yang digunakan adalah distribusi Weibull untuk menangkap dependensi dari *duration* dengan persamaan (2.50) sebagai berikut :

$$f_W(D; a, b) = a^b b D^{b-1} \exp(-(aD)^b), \quad (2.50)$$

dengan *hazard function* pada persamaan (2.51) berikut :

$$\lambda_W(D) = \frac{f_W(D)}{1-F_W(D)} = a^b b D^{b-1} \quad (2.51)$$

Gagal tolak H_0 ketika $b=1$ karena ketika $b=1$ distribusi Weibull akan menjadi distribusi Eksponensial yang mana sifat distribusi Eksponensial adalah *memory less*. Untuk mengetahui durasi rata-rata terjadinya risiko dapat dihitung dari durasi $E(D)$ sesuai pada persamaan (2.52) berikut :

$$E(D) = \frac{1}{a} \Gamma\left(1 + \frac{1}{b}\right) \quad (2.52)$$

1. *Conditional Duration Test*

Tes ini dapat menangkap dependensi dari VaR dengan cara menguji distribusi bersyarat dari durasi. Model yang digunakan untuk tes ini adalah model *Exponential Autoregressive Conditional Duration* (EACD) dan model *Weibull Autoregressive Conditional Duration* (WACD) (Engle, 1982) yang dilihat pada persamaan (2.53) dan (2.54) :

$$f_{EACD}(D_i|\psi_i) = \frac{1}{\psi_i} \exp\left(-\frac{D_i}{\psi_i}\right), \quad (2.53)$$

dengan $\psi_i = \omega + \zeta_j \tilde{X}_{i-j} + \beta \psi_{i-1}$, $\zeta \in [0,1]$.

$$f_{EACD}(D_i|\psi_i) = \frac{\gamma}{D_i} \left(\frac{\Gamma(1+\frac{1}{\gamma})}{\psi_i}\right)^\gamma \exp\left(-\frac{\Gamma(1+\frac{1}{\gamma})D_i}{\psi_i}\right)^\gamma, \quad (2.54)$$

2. *VaR dan Expected Shortfall Test*

Tes ini menggunakan pendekatan *Likelihood ratio test* untuk *duration test* dapat dilihat pada persamaan (2.55) berikut :

$$LR_{uc} = -2 \ln \left(\frac{(1-p)^{n-\delta} p \delta}{\left(\frac{\delta}{n}\right)^{n-\delta} \left(\frac{\delta}{n}\right)^\delta} \right), \quad (2.55)$$

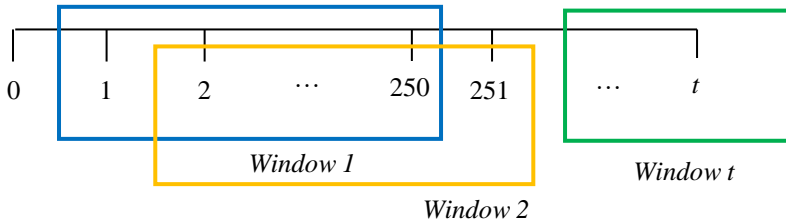
dengan p adalah probabilitas terjadinya risiko untuk tingkat kepercayaan tertentu dan n merupakan banyaknya sampel.

BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Sumber Data

Data yang digunakan dalam penelitian ini adalah data sekunder yang diperoleh dari dua sumber yaitu *duniainvestasi.com* dan *investing.com*. Pengambilan data pada situs *duniainvestasi.com* diperoleh data harga saham penutupan (*closing price*) harian tiga perusahaan sub sektor telekomunikasi, yaitu PT. Telekomunikasi Indonesia Tbk (TLKM), PT. XL Axiata Tbk (EXCL), PT. Indosat Tbk (ISAT), dan Indeks Harga Saham Gabungan (IHSG). Kemudian, pengambilan data pada situs *investing.com* diperoleh data harian yaitu nilai tukar rupiah (IDR) terhadap dolar Amerika (USD) atau (IDR/USD) pada tanggal 4 Januari 2010 hingga 31 Maret 2018. Pada penelitian ini menggunakan *moving window* dimana setiap *window* terdiri dari 250, 375, dan 500 hari transaksi. Untuk *window* ke-1 diperoleh dari data *return* ke-1 sampai data ke-250, Untuk *window* ke-1 diperoleh dari data *return* ke-2 sampai data ke-251, dan seterusnya. Ilustrasi dapat dilihat pada Gambar 3.1



Gambar 3.1 Moving Window

3.2 Variabel Penelitian

Variabel yang digunakan dalam penelitian ini terdiri dari variable respon yaitu *return* saham harian perusahaan sub sektor telekomunikasi, sedangkan variabel prediktornya adalah *return* IDR/USD dan IHSG. Tabel 3.1 berikut merupakan penjelasan terkait masing-masing variabel.

Tabel 3.1 Variabel Penelitian

Variabel	Keterangan	Skala
$Y_{1,t}$	<i>Return</i> saham PT. Telekomunikasi Indonesia Tbk (TLKM)	Rasio
$Y_{2,t}$	<i>Return</i> saham PT. XL Axiata Tbk (EXCL)	Rasio
$Y_{3,t}$	<i>Return</i> saham PT. Indosat Tbk (ISAT)	Rasio
$X_{1,t}$	<i>Return</i> nilai IDR/USD	Rasio
$X_{2,t}$	<i>Return</i> IHSG	Rasio

Sebelumnya, pernah dilakukan penelitian mengenai evaluasi risiko *return* saham sub sektor konstruksi dan bangunan yang menunjukkan bahwa variabel eksogen nilai tukar rupiah terhadap dollar (IDR/USD) dan Indeks Harga Saham Gabungan (IHSG) berpengaruh signifikan terhadap nilai *return* saham sub sektor konstruksi dan bangunan yang diukur dengan *Capital Asset Pricing Model* (CAPM) (Prastyo, et al., 2018).

Struktur data pada penelitian ini ditunjukkan oleh Tabel 3.2 yang dimulai dari 4 Januari 2010 hingga 31 Maret 2018.

Tabel 3.2 Struktur Data

Tanggal	t	$Y_{1,t}$	$Y_{2,t}$	$Y_{3,t}$	$X_{1,t}$	$X_{2,t}$
04/01/2010	1	$y_{1,1}$	$y_{2,1}$	$y_{3,1}$	$x_{1,1}$	$x_{2,1}$
05/01/2010	2	$y_{1,2}$	$y_{2,2}$	$y_{3,2}$	$x_{1,2}$	$x_{2,2}$
\vdots	\vdots	\vdots	\vdots	\vdots	\vdots	\vdots
30/03/2018	$n-1$	$y_{1,n-1}$	$y_{2,n-1}$	$y_{3,n-1}$	$x_{1,n-1}$	$x_{2,n-1}$
31/03/2018	n	$y_{1,n}$	$y_{2,n}$	$y_{3,n}$	$x_{1,n}$	$x_{2,n}$

3.3 Langkah Analisis

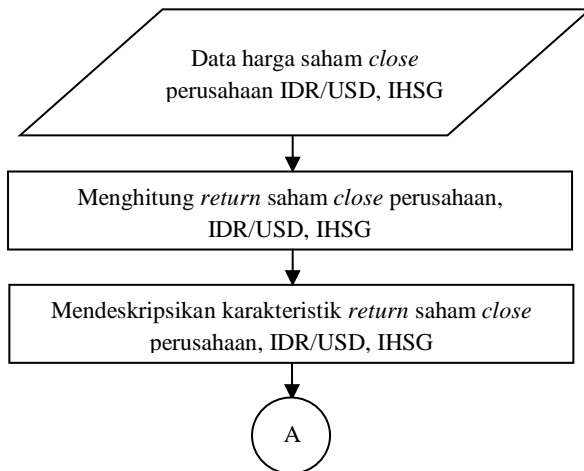
Langkah analisis yang akan dilakukan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Menghitung *return* setiap saham perusahaan TLKM, EXCL, ISAT dan IDR/USD serta IHSG dengan persamaan (2.1) dan mendeskripsikan karakteristik data
2. Melakukan estimasi risiko *return* saham TLKM, EXCL, dan ISAT menggunakan metode *Conditional Value at Risk*

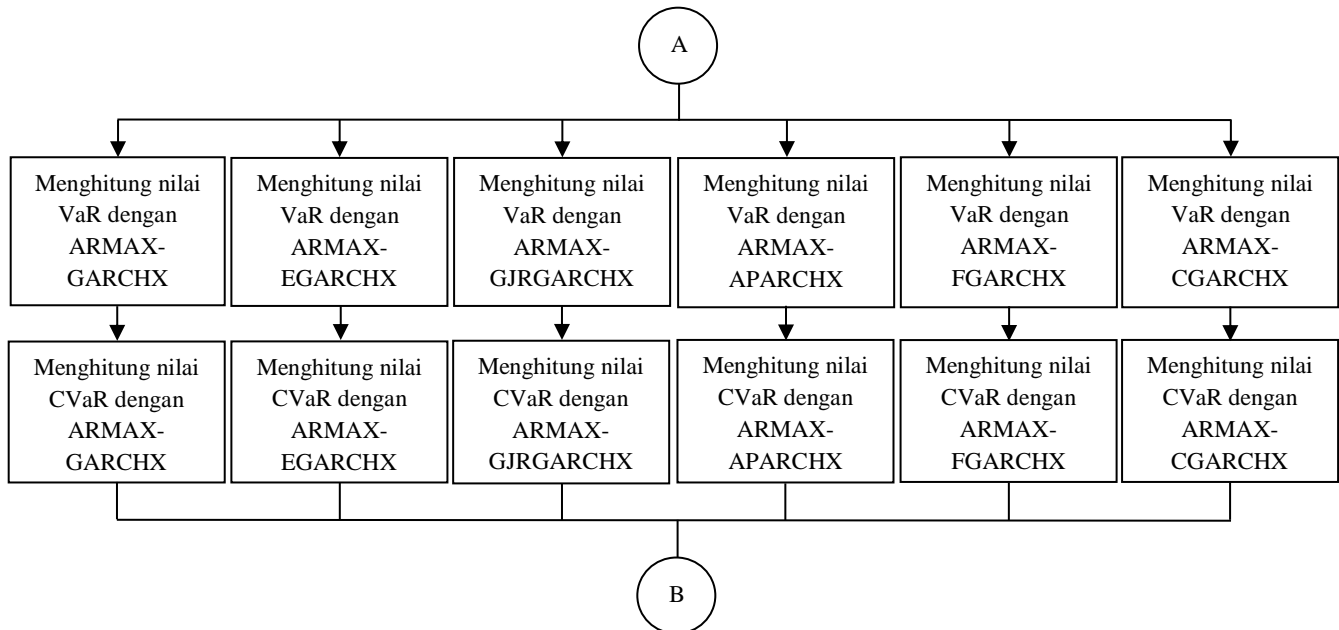
(CVaR) dengan pendekatan ARMAX dengan variasi GARCHX. Variabel eksogen yang digunakan dalam pemodelan tersebut adalah *return* IDR/USD dan *return* IHSG.

- a) Melakukan identifikasi model ARMAX pada *return* saham sub sektor telekomunikasi
- b) Melakukan estimasi parameter terhadap model ARMAX dengan persamaan (2.9)
- c) Melakukan uji signifikansi parameter model ARMAX dengan persamaan (2.11) dan (2.12)
- d) Melakukan uji asumsi residual dengan *white noise* dan distribusi normal data residual dengan persamaan (2.13) dan (2.14)
- e) Melakukan pemilihan model ARMAX terbaik dengan kriteria kebaikan model AIC dengan persamaan (2.15)
- f) Melakukan identifikasi uji efek ARCH-GARCH dari data residual pada model ARMAX yang terbentuk dengan persamaan (2.26)
- g) Melakukan identifikasi model pada variasi GARCHX
 - i. Identifikasi model GARCHX
 - ii. Identifikasi model EGARCHX
 - iii. Identifikasi model GJRGARCHX
 - iv. Identifikasi model APARCHX
 - v. Identifikasi model FGARCHX
 - vi. Identifikasi model CGARCHX
- h) Melakukan estimasi parameter pada masing-masing model variasi GARCHX dengan persamaan (2.27)
 - i. Estimasi parameter GARCHX
 - ii. Estimasi parameter EGARCHX
 - iii. Estimasi parameter GJRGARCHX
 - iv. Estimasi parameter APARCHX
 - v. Estimasi parameter FGARCHX
 - vi. Estimasi parameter CGARCHX

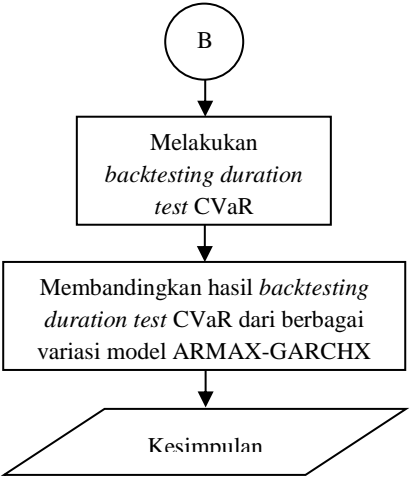
- i) Melakukan uji signifikansi parameter pada masing-masing model variasi GARCHX dengan persamaan (2.28) & (2.29)
 - i. Uji signifikansi parameter model GARCHX
 - ii. Uji signifikansi parameter model EGARCHX
 - iii. Uji signifikansi parameter model GJRGARCHX
 - iv. Uji signifikansi parameter model APARCHX
 - v. Uji signifikansi parameter model FGARCHX
 - vi. Uji signifikansi parameter model CGARCHX
- j) Melakukan perhitungan nilai CVaR pada data *return* saham harian perusahaan TLKM, EXCL, dan ISAT yang melibatkan nilai VaR dengan persamaan (2.40)
3. Melakukan perhitungan tingkat akurasi model CVaR dengan *backtesting duration test* pada persamaan (2.5)
4. Melakukan perbandingan keakuratan akurasi antara metode CVaR dengan pendekatan ARMAX-GARCHX, , ARMAX-EGARCHX, ARMAX-GJRGARCHX, ARMAX-APARCHX, ARMAX-FGARCHX, ARMAX-CGARCHX.



Gambar 3.2 Diagram Alir Penelitian



Gambar 3.2 Diagram Alir Penelitian (Lanjutan)



Gambar 3.2 Diagram Alir Penelitian (Lanjutan)

BAB IV

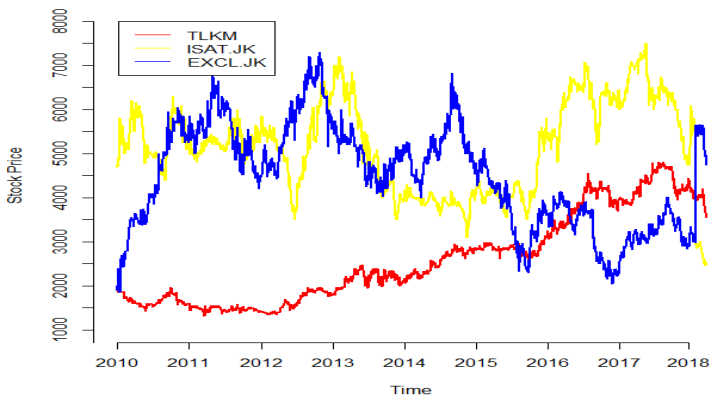
ANALISIS DAN PEMBAHASAN

4.1 Diskripsi Data

Deskripsi data akan dilakukan pada data harga saham penutupan perusahaan sub sektor telekomunikasi dan variabel eksogen yang diduga mempengaruhinya. Deskripsi data akan dilakukan pada harga penutupan dan *return* saham perusahaan TLKM, EXCL, dan ISAT, serta nilai tukar rupiah terhadap dollar (IDR/USD) dan IHSG.

4.1.1 Karakteristik Saham Perusahaan

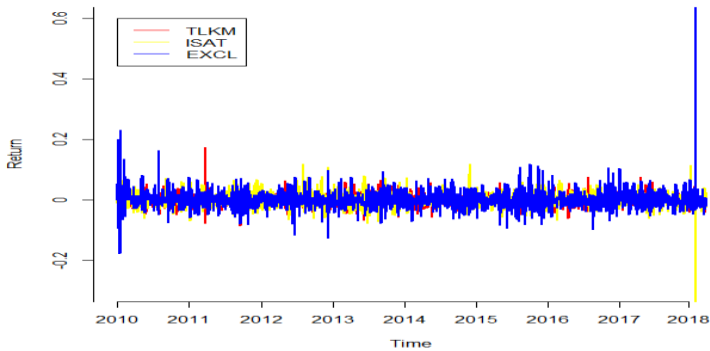
Nilai *return* harga saham yang digunakan sebagai dasar perhitungan risiko dihitung berdasarkan harga saham penutupan. Gambar 4.1 menunjukkan *time series plot* harga saham penutupan perusahaan TLKM, EXCL, dan ISAT.



Gambar 4.1 *Time Series Plot* Harga Saham Penutupan Perusahaan Sub Sektor Telekomunikasi

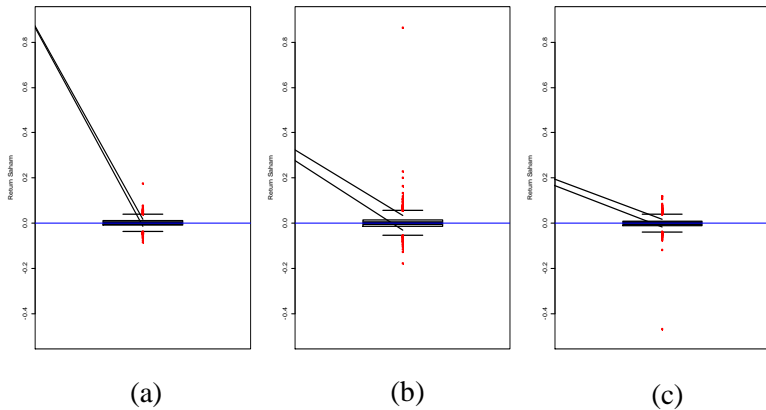
Gambar 4.1 menunjukkan bahwa pergerakan perusahaan TLKM mengalami peningkatan dari tahun ke tahun, namun mengalami penurunan di awal tahun 2018. Sedangkan untuk

perusahaan EXCL mengalami fluktuasi harga yang cenderung kearah penurunan harga saham, namun di awal 2018 mengalami lonjakan harga sebelum turun di bulan maret 2018, dan harga saham perusahaan ISAT mengalami fluktuasi yang cenderung menurun, namun di pertengahan tahun 2017 mengalami lonjakan setelah sahamnya dibeli oleh perusahaan Indosat Ooredoo, setelah itu saham mengalami fluktuasi kembali hingga pada awal tahun 2018 saham ISAT berada diposisi paling bawah daripada TLKM dan EXCL.



Gambar 4.2 *Time Series Plot Return Saham Perusahaan Sub Sektor Telekomunikasi*

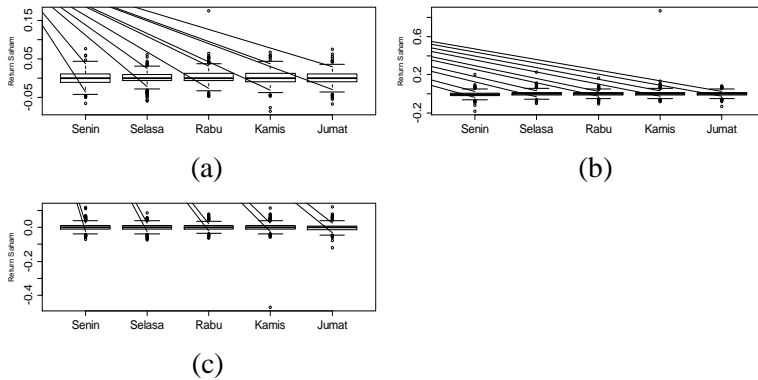
Berdasarkan *time series plot* pada Gambar 4.2 dapat diketahui bahwa persebaran data *return* saham perusahaan sub sektor telekomunikasi tersebar pada angka 0 yang membuktikan bahwa data telah stasioner dalam *mean*, namun berdasarkan Gambar 4.2 juga dapat diketahui bahwa data memiliki volatilitas yang tinggi yang menyebabkan terjadinya heteroskedastisitas data, di awal tahun 2018 juga diketahui bahwa lonjakan harga dari perusahaan EXCL membuat *return* nya menjadi lebih dari 60% dan penurunan harga saham perusahaan ISAT juga sangat berpengaruh terhadap *return* saham perusahaannya yang menyebabkan ketugian *return* nya menjadi lebih dari 20%.



Gambar 4.3 *Boxplot Return Saham perusahaan (a) TLKM, (b) EXCL, (c) ISAT*

Berdasarkan Gambar 4.3 dapat diketahui bahwa setiap *return* perusahaan memiliki nilai *outlier*, yang mana *outlier* positif pada perusahaan TLKM lebih dari 0,15, sedangkan *outlier* bernilai negatif tidak sampai -0,1 yang berarti investor mungkin mendapatkan keuntungan sebesar 15% atau kerugian sebesar 10%. Begitupun juga untuk *return* perusahaan EXCL yang *return outlier* positifnya lebih dari 0,8, sedangkan *return outlier* negatifnya kurang dari -0,2, sehingga dapat dikatakan juga investor mungkin pernah mendapatkan keuntungan sebesar 80% atau kerugian sebesar 20%. Berbeda dengan *return* perusahaan ISAT yang memiliki *return outlier* negatifnya lebih dari -0,4 dan *return* positifnya tidak sampai 0,2, sehingga investor perusahaan ISAT dapat menderita kerugian sebesar 40% atau keuntungan sebesar 20%.

Transaksi saham yang dilakukan oleh Bursa Efek Indonesia (BEI) terjadi pada hari kerja yaitu Senin sampai Jumat. Gambar 4.4 menunjukkan kondisi transaksi harian yang terjadi pada perusahaan sub sektor telekomunikasi.



Gambar 4.4 Box Plot Return Saham Harian (a) TLKM, (b) EXCL, (c) ISAT

Gambar 4.4 menunjukkan bahwa median *return* pada hari-hari transaksi setiap perusahaan cenderung sama, diketahui juga pada Gambar 4.4 bahwa *outlier* pada perusahaan TLKM, EXCL, dan ISAT masing-masing terdapat pada hari Rabu, Kamis, dan Kamis, untuk melihat nilai dari median dan rata-ratanya, maka dapat dilihat pada Tabel 4.1 berikut.

Tabel 4.1 Karakteristik *Return* Saham Harian Perusahaan Sub Sektor Telekomunikasi

Saham	Ukuran	Senin	Selasa	Rabu	Kamis	Jumat
TLKM	Rata-Rata	-0,0007	0,0001	0,0029	0,0002	-0,0002
	Median	0	0	0	0	0
	Standar Deviasi	0,0175	0,0164	0,0192	0,0180	0,0179
EXCL	Rata-Rata	-0,0035	0,0029	0,0005	0,0049	-0,0003
	Median	-0,0029	0	0	0	0
	Standar Deviasi	0,0294	0,0299	0,0264	0,0505	0,0259
ISAT	Rata-Rata	0,0008	-0,0008	0,0012	0,0002	-0,0013

Tabel 4.1 Karakteristik *Return* Saham Harian Perusahaan Sub Sektor Telekomunikasi (Lanjutan)

Saham	Ukuran	Senin	Selasa	Rabu	Kamis	Jumat
ISAT	Median	0	0	0	0	0
	Standar Deviasi	0,0231	0,0196	0,0199	0,0315	0,0220

Tabel 4.1 menunjukkan rata-rata *return* setiap perusahaan dalam satu minggu transaksi memiliki nilai negatif. TLKM dan EXCL memiliki nilai *return* negatif yang sama, yaitu hari Senin dan Jumat, sedangkan untuk ISAT rata-rata *return* negatif berada pada hari Selasa dan Jumat. Median pada setiap perusahaan bernilai sama yakni 0, kecuali perusahaan EXCL pada hari senin yang memiliki nilai negatif.

4.1.2 Karakteristik Nilai IHSG dan IDR/USD

Analisis karakteristik pada nilai saham perusahaan sub sektor telekomunikasi menunjukkan bahwa nilai saham memiliki volatilitas yang tinggi, hal tersebut diduga disebabkan oleh faktor eksogen yaitu nilai IHSG dan nilai tukar rupiah terhadap dollar Amerika (IDR/USD). Gambar 4.5 berikut akan menunjukkan pola dari nilai IHSG dan IDR/USD.



Gambar 4.5 Time Series Plot (a) IHSG dan (b) IDR/USD

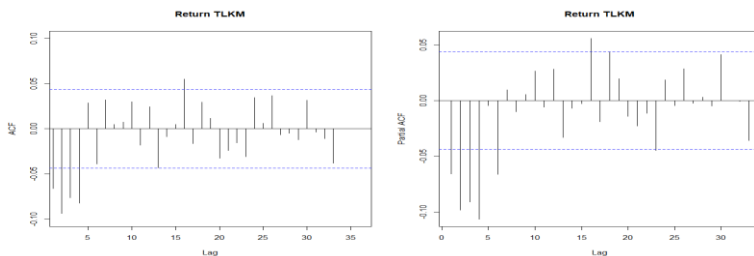
Gambar 4.5 (a) menunjukkan pertumbuhan IHSG hingga awal tahun 2018 yang kemudian mulai turun pada awal bulan Maret hingga sekarang. Gambar 4.5 (b) menunjukkan bahwa pada tahun 2013 terjadi pelemahan nilai tukar rupiah terhadap dollar yang awalnya pada nilai 9.600 an menjadi 12.200 an per USD. Pada tahun 2015 juga terjadi pelemahan nilai tukar rupiah yang awalnya pada nilai 12.500 an menjadi hampir 15.000 rupiah per USD yang selanjutnya turun dan stabil di angka 13.000 hingga 14.000 an.

4.2 Pemodelan ARMAX-GARCHX pada *Return Saham Perusahaan Sub Sektor Telekomunikasi*

Analisis menggunakan VaR dan CVaR pada penelitian ini menggunakan pendekatan ARMAX untuk pendekatan parameter *mean* dan GARCHX untuk parameter varians dengan menggunakan variabel eksogen IHSG dan IDR/USD. Sebelum melakukan pemodelan menggunakan ARMAX-GARCHX harus melakukan langkah-langkah sebagai berikut :

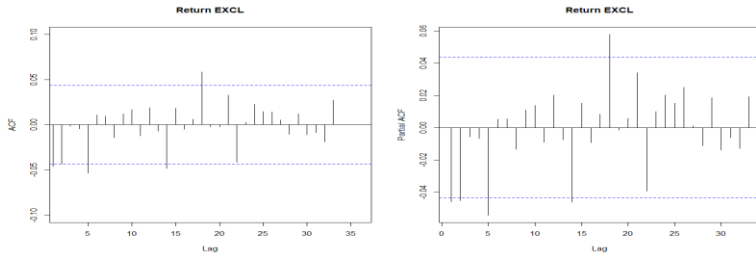
4.2.1 Identifikasi model ARMA

Identifikasi awal model ARMA adalah dengan melihat plot ACF dan PACF *return* masing-masing saham perusahaan pada Gambar 4.6 berikut :

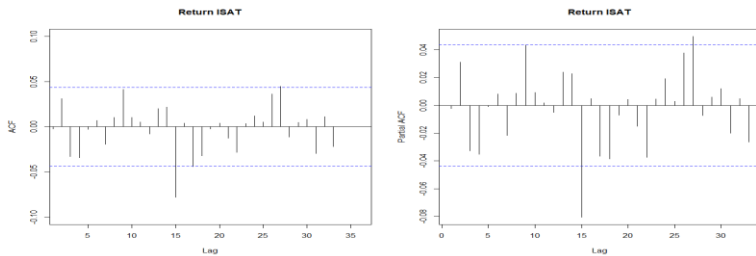


(a)

Gambar 4.6 Plot ACF dan PACF (a) TLKM, (b) EXCL, (c) ISAT



(b)



(c)

Gambar 4.6 Plot ACF dan PACF (a) TLKM, (b) EXCL, (c) ISAT (Lanjutan)

ACF dan PACF yang ditunjukkan oleh Gambar 4.6 (a) memberikan informasi bahwa dugaan model ARMA untuk *return* TLKM adalah $\text{ARMA}([1,2,3,4,6,17,24],[4,17])$, karena terlihat pada plot PACF lag yang signifikan adalah lag 1,2,3,4,6,17, dan 24, serta lag pada plot ACF yang signifikan adalah lag 1,2,3,4, dan 17. Gambar 4.6 (b) memberikan informasi dugaan model ARMA pada *return* perusahaan EXCL yaitu $\text{ARMA}([1,2,5,14,18],[1,5,14,18])$, karena terlihat pada plot PACF lag yang signifikan pada lag 1,2,5,14,18 dan plot ACF lag yang signifikan adalah lag 1,5,14,18. Untuk dugaan model ARMA *return* perusahaan ISAT ditunjukkan oleh Gambar 4.6 (c) yaitu $\text{ARMA}([15,27],[15,27])$ yang dapat diketahui dari plot ACF dan PACF nya yang memiliki lag signifikan pada lag 15 dan 27 pada masing masing plot.

Model yang didapat pada plot ACF dan PACF tersebut terlihat terlalu kompleks dan diduga tidak cocok untuk diterapkan pada setiap *window* pada metode *moving window* yang akan dikerjakan pada penelitian ini. Untuk itu diberlakukan prinsip pemodelan *parsimony* yang menyatakan bahwa semakin sederhana sebuah model, maka semakin baik pula model tersebut. Sehingga berdasarkan prinsip tersebut model dapat berlaku pada semua *window*. Terdapat tiga model dugaan yang ditetapkan yaitu ARMA(1,0), ARMA(0,1), dan ARMA(1,1).

4.2.2 Estimasi dan Pengujian Parameter Model ARMAX

Tahap yang dilakukan setelah melakukan pendugaan model ARMA adalah mengestimasi nilai parameter model ARMAX yang mana parameter yang digunakan adalah parameter dugaan dari model ARMA. Tabel 4.2 menunjukkan pemodelan estimasi parameter dan signifikansi parameter *return* perusahaan sub sektor telekomunikasi berdasarkan prinsip *parsimony*.

Tabel 4.2 Estimasi dan Uji Signifikansi Parameter Model ARMAX

Saham	Model	Parameter	Estimasi	t value	p-value
TLKM	ARMAX(1,0,2)	μ	-0,002	-5810,20	≈ 0
		ϕ	-0,083	-5809,20	≈ 0
		X1	1,154	73125,70	≈ 0
		X2	2,476	44405,50	≈ 0
	ARMAX(0,1,2)	μ	-0,001	-673,34	≈ 0
		θ	-0,104	-833,81	≈ 0
		X1	-1,853	-2313,69	≈ 0
		X2	-4,116	-772,64	≈ 0
	ARMAX(1,1,2)	μ	-0,032	-1648,00	≈ 0
		ϕ	0,397	1589,50	≈ 0
		θ	-0,184	-1614,30	≈ 0
		X1	-0,128	-1605,40	≈ 0
		X2	-15,274	-1648,80	≈ 0
EXCL	ARMAX(1,0,2)	μ	-0,088	-4574,90	≈ 0
		ϕ	0,124	23542,70	≈ 0
		X1	25,560	16560,40	≈ 0
		X2	23,423	11429,90	≈ 0
	ARMAX(0,1,2)	μ	0,015	3409,67	≈ 0
		θ	0,091	672,35	≈ 0

Tabel 4.2 Estimasi dan Uji Signifikansi Parameter Model ARMAX (Lanjutan)

Saham	Model	Parameter	Estimasi	t value	p-value
EXCL	ARMAX(0,1,2)	X1	1,831	0,72	0,47
		X2	-1,799	-0,17	0,87
	ARMAX(1,1,2)	μ	0,088	1225,00	≈ 0
		ϕ	0,979	11489,90	≈ 0
		θ	-0,925	-4242,80	≈ 0
		X1	0,956	1315,70	≈ 0
		X2	-0,353	-1319,70	≈ 0
		μ	-0,001	-960,79	≈ 0
	ARMAX(1,0,2)	ϕ	0,039	2589,18	≈ 0
		X1	1,778	4390,86	≈ 0
		X2	1,911	734,63	≈ 0
		μ	-0,001	-101,99	≈ 0
ISAT	ARMAX(0,1,2)	θ	-0,028	-97,62	≈ 0
		X1	0,917	180,17	≈ 0
		X2	-0,107	-395,35	≈ 0
		μ	-0,001	-1464,60	≈ 0
	ARMAX(1,1,2)	ϕ	-0,541	-1568,00	≈ 0
		θ	0,596	1629,50	≈ 0
		X1	-12,610	-1527,00	≈ 0
		X2	-32,466	-1642,40	≈ 0

Berdasarkan Tabel 4.2 dapat diketahui bahwa semua parameter pada dugaan model telah signifikan yang diketahui dari nilai statistik uji $|t\text{-value}|$ yang dibandingkan dengan t-tabel pada taraf signifikansi 5% yang bernilai 1,96, kecuali parameter variabel eksogen pada model ARMAX(0,1,2) perusahaan EXCL yang memiliki nilai $|t\text{-value}|$ kurang dari 1,96.

4.2.3 Diagnostic Checking ARMAX

Tahap selanjutnya setelah diketahui estimasi parameter dan hasil uji signifikansi model ARMAX adalah melakukan pengecekan asumsi *white noise* dan normalitas yang merupakan asumsi yang harus dipenuhi dari metode ARMAX. Uji asumsi *white noise* masing-masing model ARMAX yang dapat dilihat pada Tabel 4.3.

Tabel 4.3 Uji Asumsi *White Noise* Model ARMAX

Saham	Model	Lag-ke	γ	<i>p-value</i>
TLKM	ARMAX(1,0,2)	1	0,088	0,766
		2	3,583	0,011
		5	10,007	0,001
	ARMAX(0,1,2)	1	14,740	≈ 0
		2	21,850	≈ 0
		5	56,480	≈ 0
	ARMAX(1,1,2)	1	41,140	≈ 0
		2	53,000	≈ 0
		5	57,370	≈ 0
EXCL	ARMAX(1,0,2)	1	21,500	≈ 0
		2	21,500	≈ 0
		5	46,320	≈ 0
	ARMAX(0,1,2)	1	35,890	≈ 0
		2	35,890	≈ 0
		5	36,350	≈ 0
	ARMAX(1,1,2)	1	14,030	≈ 0
		2	21,370	≈ 0
		5	26,730	≈ 0
ISAT	ARMAX(1,0,2)	1	12,120	≈ 0
		2	12,130	≈ 0
		5	16,320	≈ 0
	ARMAX(0,1,2)	1	0,009	0,924
		2	0,089	1
		5	2,534	≈ 0
	ARMAX(1,1,2)	1	2,757	0,097
		2	21,700	≈ 0
		5	31,795	≈ 0

Informasi yang bisa didapat dari Tabel 4.3 adalah tidak ada model ARMAX yang memenuhi asumsi *white noise*, namun lag-1 pada model ARMAX(1,0,2) perusahaan TLKM, lag-1 hingga lag-2 model ARMAX(0,1,2), dan lag-1 model ARMAX(1,1,2) pada perusahaan ISAT yang memenuhi asumsi *white* yang menunjukkan bahwa residual yang dihasilkan oleh model tersebut telah identik dan independen. Pengujian asumsi selanjutnya adalah residual berdistribusi normal yang dapat diuji menggunakan uji *Kolmogorov-Smirnov* yang ditunjukkan oleh Tabel 4.4.

Tabel 4.4 Uji Normalitas Residual ARMAX

Saha m	D			<i>p-value</i>		
	ARMA X	ARMA X	ARMA X	ARMA X	ARMA X	ARMA X
	(1,0,2)	(0,1,2)	(1,1,2)	(1,0,2)	(0,1,2)	(1,1,2)
TLK M	0,4769	0,4599	0,4403	≈ 0	≈ 0	≈ 0
EXCL	0,4631	0,4631	0,4717	≈ 0	≈ 0	≈ 0
ISAT	0,4676	0,4725	0,3674	≈ 0	≈ 0	≈ 0

Residual berdistribusi normal jika *p-value* lebih dari taraf signifikan 5%. Tabel 4.4 menginformasikan bahwa dari semua model ARMAX yang diteliti tidak ada yang berdistribusi normal, karena *p-value* kurang dari taraf signifikan 5%.

4.2.4 Pemilihan Model ARMAX Terbaik

Metode pemilihan model terbaik yang digunakan untuk memilih model ARMAX terbaik pada masing-masing *return* perusahaan adalah dengan menggunakan *Akaike Information Criterion* (AIC) yang dapat dilihat pada Tabel 4.5.

Tabel 4.5 Pemilihan Model ARMAX Terbaik Berdasarkan AIC

Saham	AIC		
	ARMAX (1,0,2)	ARMAX (0,1,2)	ARMAX (1,1,2)
TLKM	72,740	72,794	72,796
EXCL	72,796	72,847	72,796
ISAT	72,794	72,794	72,797

Kriteria model terbaik dilihat berdasarkan nilai AIC terkecil dari model ARMAX setiap perusahaan. Berdasarkan Tabel 4.5 diketahui bahwa model terbaik pada perusahaan TLKM dan EXCL adalah sama yaitu ARMAX(1,0,2). Sedangkan untuk ISAT yaitu ARMAX(1,1,2). Setelah diketahui model terbaik maka dilakukan pemodelan ARMAX-GARCH.

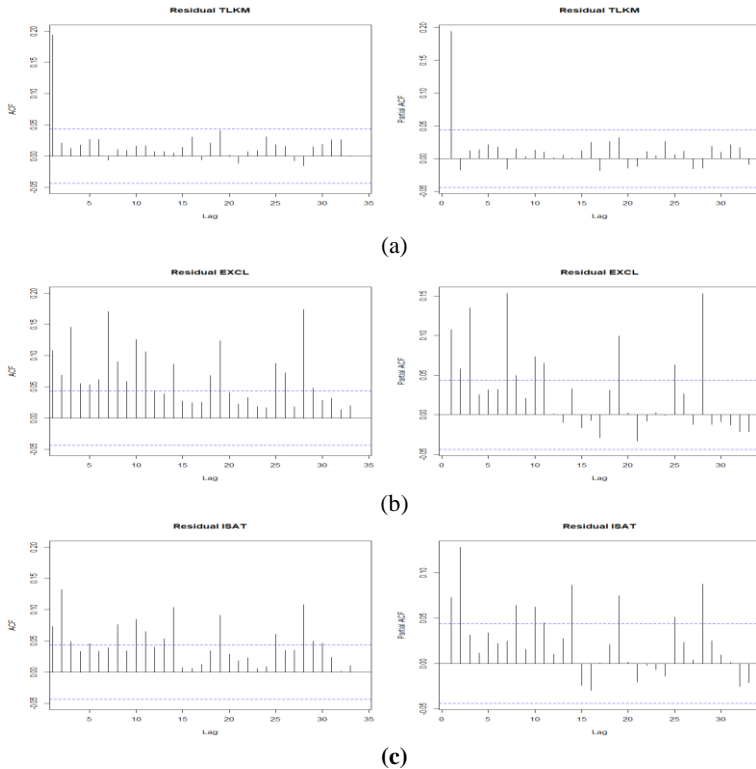
4.2.5 Pemodelan ARMAX-GARCHX

Untuk mengatasi masalah heteroskedastisitas yang terjadi pada model ARMAX, maka dibutuhkan model GARCHX. Sebelum memodelkan dengan GARCHX dilakukan pengujian *Lagrange Multiplier* (LM) untuk mengetahui apakah residual ARMAX memiliki varians yang tidak homogen atau mengandung efek ARCH/GARCH.

Tabel 4.6 Uji *Lagrange Multiplier* Residual ARMAX

k	TLKM ARMAX (1,0,2)	EXCL ARMAX (1,0,2)	ISAT ARMAX (1,1,2)	$\chi^2_{0,05;k}$
1	76,042	23,435	10,733	3,842
2	76,587	30,116	43,507	5,992
3	76,831	66,062	45,454	7,815
4	77,159	67,258	45,749	9,488
5	78,075	69,143	47,966	11,071
6	78,699	71,080	48,945	12,592
7	79,106	116,553	50,141	14,067
8	79,489	121,084	58,182	15,507
9	79,448	121,853	58,649	16,919
10	79,758	131,919	66,194	18,307

Berdasarkan Tabel 4.6 dapat ditarik informasi bahwa residual pada model ARMAX terbaik telah mengandung efek ARCH/GARCH atau telah diketahui bahwa varians residual setiap perusahaan memiliki sifat heteroskedastisitas yang ditunjukkan oleh nilai LM masing-masing perusahaan yang lebih dari nilai $\chi^2_{0,05;k}$. Sebagai contoh adalah perusahaan TLKM, EXCL, dan ISAT pada lag-1 yang memiliki nilai LM masing-masing 76,042, 23,435, dan 10,744. Nilai tersebut lebih dari nilai tabelnya, dan nilai tabel $\chi^2_{0,05}$ pada lag-1 yaitu sebesar 3,842.



Gambar 4.7 Plot ACF dan PACF Residual Kuadrat Model ARMAX (a) TLKM, (b) EXCL, (c) ISAT

Estimasi model GARCHX sama halnya dengan estimasi yang diterapkan pada model ARMAX yang menganut prinsip *parsimony*. Gambar 4.7 menunjukkan bahwa lag-1 pada semua plot ACF dan PACF setiap perusahaan telah signifikan, sehingga dugaan model yang dianalisis adalah GARCHX(1,0,2), GARCHX(0,1,2), dan GARCHX(1,1,2) yang analisisnya dilakukan bersama-sama dengan model ARMAX terpilih. Dugaan model tersebut yang akan digunakan sebagai model untuk mengestimasi VaR dan CVaR dengan *moving window*.

4.2.6 Estimasi dan Pengujian Parameter Model ARMAX-GARCHX

Tahap selanjutnya setelah pendugaan model ARMAX dan GARCHX adalah dengan melakukan estimasi dan pengujian parameter model ARMAX-GARCHX pada masing-masing perusahaan. Berikut adalah estimasi dan pengujian parameter parameter pada perusahaan sub sektor telekomunikasi.

4.2.6.1 Perusahaan TLKM

Model ARMAX terpilih pada perusahaan TLKM adalah ARMAX(1,0,2) yang kemudian digabungkan dengan model dugaan GARCHX yang disajikan pada Tabel 4.7.

Tabel 4.7 Estimasi dan Uji Signifikansi Model ARMAX-GARCHX Perusahaan TLKM

Model	Parameter	Estimasi	t value	p-value
ARMAX(1,0,2) GARCHX(1,0,2)	μ	0,027	482,46	≈ 0
	ϕ	-0,100	-372,09	≈ 0
	σ_1	0,953	296,80	≈ 0
	σ_2	0,608	1425,40	≈ 0
	ω	≈ 0	0,06	0,95
	φ	1	339,82	≈ 0
	π_1	≈ 0	7,46	≈ 0
	π_2	≈ 0	3,29	≈ 0
	μ	≈ 0	-0,13	0,89
	θ	-0,105	-4,75	≈ 0
ARMAX(1,0,2) GARCHX(0,1,2)	σ_1	0,951	28,92	≈ 0
	σ_2	0,373	4,00	≈ 0
	ω	≈ 0	306,83	≈ 0
	β	0,995	7567,44	≈ 0
	π_1	≈ 0	6,57	0
	π_2	≈ 0	≈ 0	1
	μ	≈ 0	0,11	0,91
	ϕ	-0,116	-4,95	≈ 0
ARMAX(1,0,2) GARCHX(1,1,2)	σ_1	0,978	28,18	≈ 0
	σ_2	0,303	3,55	≈ 0
	ω	0	13,33	≈ 0
	φ	0,078	10,93	≈ 0
	β	0,889	85,64	≈ 0
	π_1	≈ 0	0,76	0,45
	π_2	≈ 0	≈ 0	1

Berdasarkan Tabel 4.7 diketahui tidak ada model ARMAX-GARCHX yang memiliki keseluruhan parameter yang signifikan, sehingga diperlukan pemodelan ulang hingga seluruh parameter yang dibutuhkan signifikan yang ditunjukkan pada Tabel 4.8.

Tabel 4.8 Pemodelan Ulang ARMAX-GARCHX *Return* Perusahaan TLKM

Model	Parameter	Estimasi	t value	p-value
ARMAX(0,2,[2]) GARCHX(1,0,[2])	μ	0,021	1747,87	≈ 0
	θ_1	-0,471	-2028,01	≈ 0
	θ_2	-0,042	-510,55	≈ 0
	ω_2	0,143	438,42	≈ 0
	ω	≈ 0	788,76	≈ 0
	ϕ	1	632,08	≈ 0
	π_2	0,049	555,54	≈ 0

Tabel 4.8 menunjukkan model untuk mengestimasi nilai VaR telah signifikan, sehingga berdasarkan Tabel 4.8 didapatkan model sebagai berikut :

$$\text{ARMAX} : R_t = 0,021 + 0,143X_{2t} + a_t + 0,471a_{t-1} + 0,042a_{t-2}$$

$$\text{GARCHX} : \hat{\sigma}_t^2 = 0,000028 + a_{t-1}^2 + 0,049X_{2t}^2$$

4.2.6.2 Perusahaan EXCL

Model ARMAX terpilih pada perusahaan EXCL adalah ARMAX(1,0,2) yang kemudian digabungkan dengan model dugaan GARCHX yang telah ditentukan. Berikut adalah hasil estimasi dan pengujian parameter model ARMAX-GARCHX yang disajikan pada Tabel 4.9.

Tabel 4.9 Estimasi dan Uji Signifikansi Model ARMAX-GARCHX Perusahaan EXCL

Model	Parameter	Estimasi	t value	p-value
ARMAX(1,0,2) GARCHX(1,02)	μ	≈ 0	1,43	0,153
	ϕ	-0,068	-2,21	0,027
	ω_1	0,916	40,40	≈ 0
	ω_2	-0,316	-2,13	0,033
	ω	0,001	52,19	≈ 0
	ϕ	0,109	4,24	≈ 0
	π_1	0,005	652,19	≈ 0
	π_2	0,047	159,17	≈ 0

Tabel 4.9 Estimasi dan Uji Signifikansi Model ARMAX-GARCHX Perusahaan EXCL (Lanjutan)

Model	Parameter	Estimasi	t value	p-value
ARMAX(1,0,2) GARCHX(0,1,2)	μ	≈ 0	-3723,14	≈ 0
	ϕ	-0,039	-3723,16	≈ 0
	ϖ_1	0,832	3765,14	≈ 0
	ϖ_2	-0,306	-3723,01	≈ 0
	ω	≈ 0	151,84	≈ 0
	β	0,993	9058,98	≈ 0
	π_1	≈ 0	≈ 0	1
	π_2	≈ 0	3686,73	≈ 0
ARMAX(1,0,2) GARCHX(1,1,2)	μ	-0,001	-3242,41	≈ 0
	ϕ	-0,041	-3242,34	≈ 0
	ϖ_1	0,839	3238,96	≈ 0
	ϖ_2	-0,175	-3242,36	≈ 0
	ω	≈ 0	13,55	≈ 0
	φ	0,080	3229,55	≈ 0
	β	0,902	3114,92	≈ 0
	π_1	≈ 0	3242,44	≈ 0
	π_2	≈ 0	3242,36	≈ 0

Tabel 4.9 menunjukkan bahwa semua parameter model ARMAX(1,0,2)-GARCHX(1,1,2) telah signifikan, namun model tersebut tidak *convergen* untuk mengestimasi nilai VaR, sehingga perlu dilakukan pemodelan ulang perusahaan EXCL. Hasil pemodelan ulang dapat dilihat pada Tabel 4.10.

Tabel 4.10 Pemodelan ulang ARMAX-GARCHX *Return* Perusahaan EXCL

Model	Parameter	Estimasi	t value	p-value
ARMAX(0,1,0) GARCHX(1,0,[2])	μ	0,002	2,175	0,029
	θ	-0,075	-2,391	0,017
	ω	0,001	27,828	≈ 0
	φ	0,114	3,748	≈ 0
	π_2	0,019	5,633	≈ 0

Tabel 4.10 menunjukkan model untuk mengestimasi nilai VaR telah signifikan. Berdasarkan Tabel 4.10 didapatkan model sebagai berikut :

$$\text{ARMAX} : R_t = 0,002 + a_t + 0,075a_{t-1}$$

$$\text{GARCHX} : \hat{\sigma}_t^2 = 0,001 + 0,114a_{t-1}^2 + 0,019X_{2t}^2$$

4.2.6.3 Perusahaan ISAT

Model ARMAX terpilih pada perusahaan ISAT adalah ARMAX(1,1,2) yang kemudian digabungkan dengan model dugaan GARCHX yang disajikan pada Tabel 4.11.

Tabel 4.11 Estimasi dan Uji Signifikansi Model ARMAX-GARCHX
Perusahaan ISAT

Model	Parameter	Estimasi	t value	p-value
ARMAX(1,1,2) GARCHX(1,02)	μ	≈ 0	-4739,31	≈ 0
	ϕ	-0,693	-4347,97	≈ 0
	θ	0,733	5696,49	≈ 0
	ω_1	0,637	6040,75	≈ 0
	ω_2	-0,150	-4908,39	≈ 0
	ω	≈ 0	3,34	≈ 0
	φ	1	4757,34	≈ 0
	π_1	≈ 0	0	1
	π_2	≈ 0	60,82	≈ 0
ARMAX(1,1,2) GARCHX(0,1,2)	μ	≈ 0	-0,589	0,556
	ϕ	-0,622	-2,094	0,036
	θ	0,595	1,953	0,051
	ω_1	0,641	12,483	≈ 0
	ω_2	-0,123	-0,844	0,398
	ω	≈ 0	418,46	≈ 0
	β	0,998	7872,58	≈ 0
	π_1	≈ 0	≈ 0	0,999
	π_2	≈ 0	≈ 0	1
ARMAX(1,1,2) GARCHX(1,1,2)	μ	≈ 0	-0,94	0,349
	ϕ	-0,724	-3,06	0,002
	θ	0,672	2,62	0,009
	ω_1	0,550	12,49	≈ 0
	ω_2	-0,128	-1,08	0,278
	ω	≈ 0	1,62	0,106
	φ	0,099	9,02	≈ 0
	β	0,908	95,19	≈ 0
	π_1	≈ 0	0,93	0,351
	π_2	0,003	1,64	0,102

Tabel 4.11 menunjukkan bahwa dari model ARMAX-GARCHX yang terbentuk dari model ARMAX terbaik tidak ada parameter yang signifikan. Untuk itu dilakukan pemodelan

kembali hingga semua parameter signifikan yang ditunjukkan pada Tabel 4.12.

Tabel 4.12 Pemodelan ulang ARMAX-GARCHX *Return* Perusahaan ISAT

Model	Parameter	Estimasi	t value	p-value
ARMAX(1,0,[2])	μ	-0,0004	-30143,9	≈ 0
	ϕ	0,614	6273,75	≈ 0
	ϖ_2	-0,780	-3006,92	≈ 0
GARCHX(1,0,0)	ω	≈ 0	2,604	0,009
	φ	1	14356,34	≈ 0

Tabel 4.12 memberikan informasi mengenai model yang telah signifikan pada perusahaan ISAT adalah ARMAX(1,0,[2])-GARCHX(1,0,0). Informasi tersebut dapat dilihat dari $|t\text{-value}|$ yang lebih dari t-tabel yaitu 1,96 pada setiap parameter model. Model dapat dituliskan menjadi sebagai berikut :

$$\text{ARMAX} : R_t = -0,0004 + 0,614R_{t-1} - 0,780X_{2t} + a_t$$

$$\text{GARCHX} : \hat{\sigma}_t^2 = 0,000001 + a_{t-1}^2$$

4.2.7 Penghitungan *Conditional Value at Risk* dengan Pendekatan ARMAX-GARCHX

Penghitungan terhadap nilai risiko dan profit pada dasarnya tidak hanya dipengaruhi oleh kondisi saham perusahaan tersebut di masa lalu, namun ada faktor eksogen antara lain IHSG dan/atau IDR/USD. Selain kedua faktor eksogen tersebut, juga terdapat faktor dari perusahaan pesaing, dalam penelitian ini, yang dianggap perusahaan pesaing dari suatu perusahaan adalah perusahaan perusahaan yang berasal dari sub-sektor saham yang sama, yaitu perusahaan yang terklasifikasi sebagai emiten sub sektor telekomunikasi.

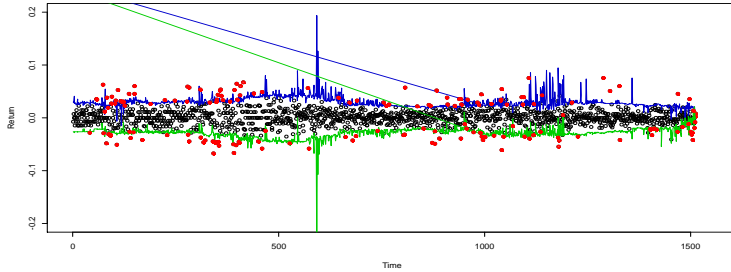
Perhitungan CVaR dilakukan terhadap masing-masing perusahaan sub-sektor komunikasi. Nilai CVaR suatu perusahaan akan dihitung dengan melibatkan nilai VaR dari perusahaan pesaing yang melibatkan skenario *moving window*. Skenario *moving window* yang dilakukan antara lain adalah *window* 250, 375, dan 500 hari transaksi. Berikut adalah perhitungan estimasi CVaR pada masing-masing *window* yang ditampilkan dalam bentuk visual.

a. TLKM

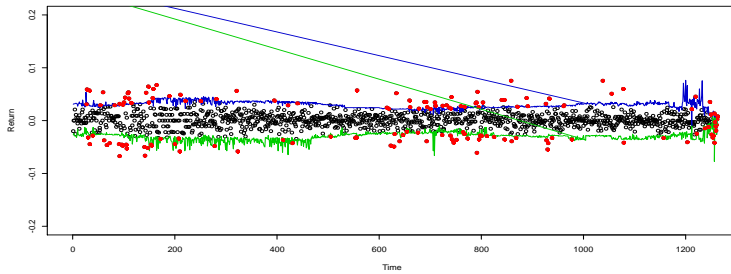
Berikut adalah persamaan untuk mengestimasi nilai CVaR.

$$\text{Risiko : } CVaR_{TLKM} = -0,007 + 0,391VaR_{EXCL} - 0,033VaR_{ISAT}$$

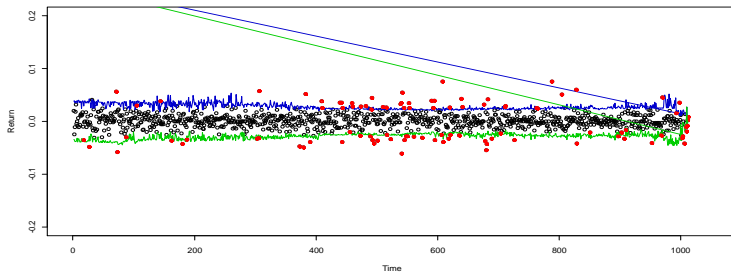
$$\text{Profit : } CVaR_{TLKM} = 0,033 - 0,097VaR_{EXCL} + 0,026VaR_{ISAT}$$



(a)



(b)



(c)

Gambar 4.8 Plot CVaR Risiko dan Profit Perusahaan TLKM dengan ARMAX-GARCHX (a) 250 hari, (b) 375 hari, (c) 500

Terlihat pada Gambar 4.8 bahwa perhitungan estimasi CVaR profit dan risiko pada perusahaan TLKM berwarna biru dan berwarna hijau untuk masing-masing *window*. Berdasarkan Gambar 4.8 dapat diketahui bahwa *return* saham pada perusahaan TLKM yang paling stabil adalah dengan menggunakan skenario *window* sebesar 500 hari. Hal tersebut berarti bahwa jika investor menginginkan menanam modal di perusahaan TLKM dan bukan merupakan pengambil risiko yang tinggi, maka disarankan untuk menginvestasikan modalnya selama 500 hari transaksi kerja atau sekitar 2 tahun.

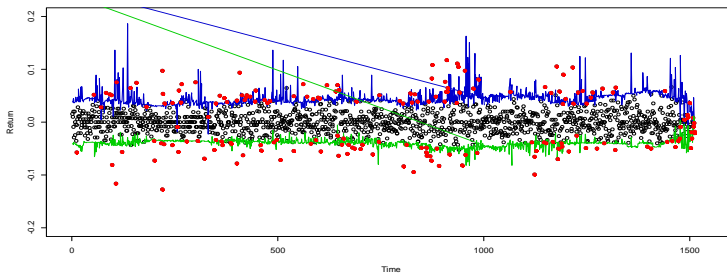
b. EXCL

Perhitungan estimasi CVaR risiko dan profit pada perusahaan EXCL melibatkan VaR perusahaan TLKM dan ISAT sebagai prediktornya dengan persamaan sebagai berikut :

$$\text{Risiko : } CVaR_{EXCL} = -0,029 + 0,108VaR_{TLKM} + 0,086VaR_{ISAT}$$

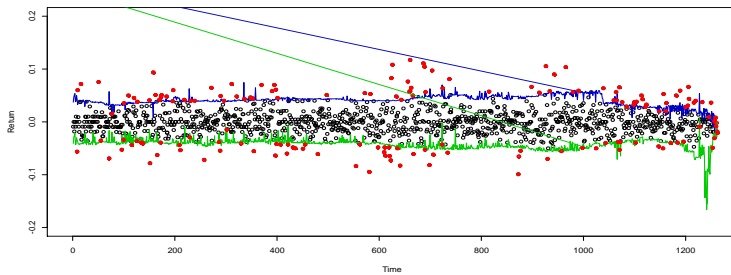
$$\text{Profit : } CVaR_{EXCL} = 0,042 - 0,045VaR_{TLKM} + 0,027VaR_{ISAT}$$

Adapun hasil visual dari perhitungannya dapat dilihat pada Gambar 4.9.

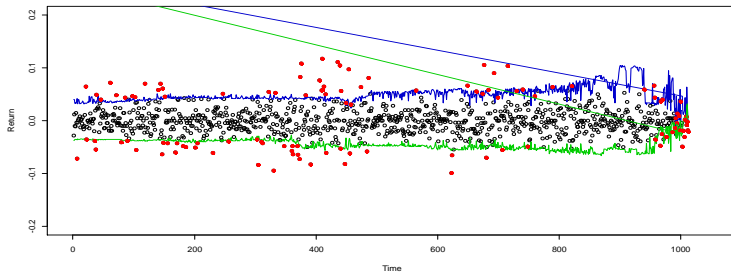


(a)

Gambar 4.9 Plot CVaR Risiko dan Profit Perusahaan EXCL dengan ARMAX-GARCHX (a) 250 hari, (b) 375 hari, (c) 500



(b)



(c)

Gambar 4.9 Plot CVaR Risiko dan Profit Perusahaan EXCL dengan ARMAX-GARCHX (a) 250 hari, (b) 375 hari, (c) 500 (Lanjutan)

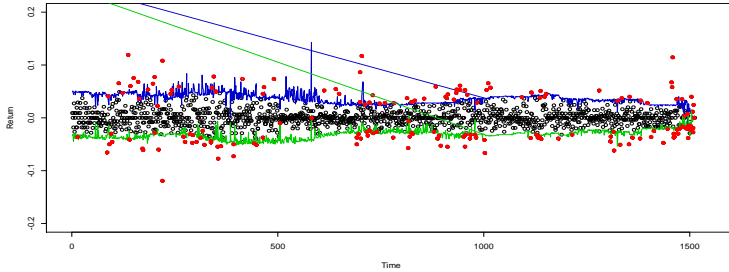
Warna biru pada Gambar 4.9 menunjukkan perhitungan profit dari *return* perusahaan EXCL, sedangkan warna hijau menunjukkan nilai risiko dari *return* perusahaan EXCL. gambar 4.9 juga memberikan informasi bahwa pada awal periode transaksi di setiap *window* menunjukkan volatilitas yang sangat tinggi, namun pada akhirnya transaksi di semua *window* mulai stabil, kecuali pada *window* 250 yang belum terlihat begitu stabil, maka dari itu, jika investor ingin menanamkan modalnya di perusahaan EXCL disarankan menanamkan modalnya selama 375 atau 500 hari.

c. ISAT

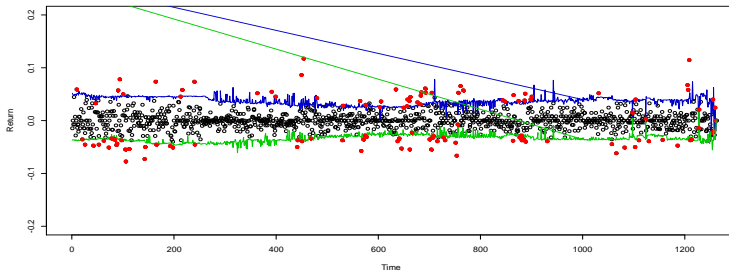
Berikut adalah persamaan untuk mengestimasi nilai CVaR.

$$\text{Risiko : } CVaR_{ISAT} = -0,0028 + 0,099VaR_{TLKM} + 0,459VaR_{EXCL}$$

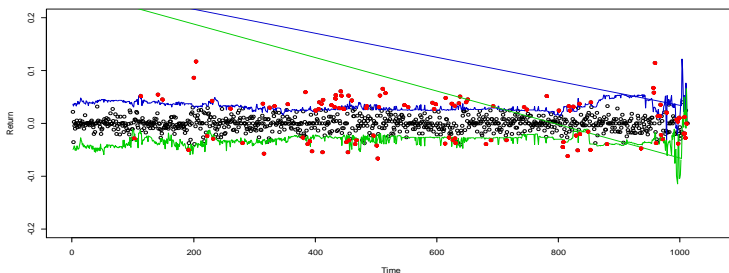
$$\text{Profit : } CVaR_{ISAT} = 0,024 - 0,060VaR_{TLKM} + 0,289VaR_{EXCL}$$



(a)



(b)



(c)

Gambar 4.10 Plot CVaR Risiko dan Profit Perusahaan ISAT dengan ARMAX-GARCHX (a) 250 hari, (b) 375 hari, (c) 500

Gambar 4.10 menunjukkan perhitungan estimasi CVaR pada perusahaan ISAT dengan pendekatan ARMAX-GARCHX. Dapat dilihat bahwa warna hijau menunjukkan estimasi risiko dari perusahaan ISAT, dan warna biru merupakan estimasi profit dari perusahaan ISAT. Perhitungan estimasi CVaR pada ISAT melibatkan nilai VaR dari perusahaan TLKM dan EXCL sebagai prediktornya. Jika dilihat pola nilai CVaR perusahaan ISAT, maka sama halnya dengan perusahaan EXCL, pada awalnya terjadi fluktuasi yang sangat tinggi, namun setelah transaksi ke-200 terjadi penurunan fluktuasi sehingga dapat dikatakan stabil, namun tidak berlaku pada *window* 250 dan 375, karena setelah transaksi ke-1000 mengalami fluktuasi kembali.

Selanjutnya, dilakukan perhitungan estimasi perhitungan CVaR setiap *window* yang disajikan pada Tabel 4.13. Perhitungan estimasi CVaR pada masing-masing perusahaan menggunakan pendekatan ARMAX-GARCHX dengan kuantil 5%.

Tabel 4.13 Estimasi Nilai CVaR dengan Pendekatan ARMAX-GARCHX

Window		250		375		500	
Ukuran		Mean	Varians	Mean	Varians	Mean	Varians
TLKM	Risiko	0,028	0,00006	0,029	0,00004	0,029	0,00005
	Profit	0,029	0,00008	0,029	0,00003	0,028	0,00002
EXCL	Risiko	0,041	0,00010	0,041	0,00003	0,041	0,00004
	Profit	0,043	0,00018	0,046	0,00009	0,045	0,00007
ISAT	Risiko	0,032	0,00008	0,032	0,00005	0,032	0,00008
	Profit	0,036	0,00014	0,036	0,00012	0,033	0,00009

Perhitungan tingkat risiko dan profit yang dilakukan dengan kuantil 5% tersaji pada Tabel 4.13 dapat memberikan informasi kepada investor. Jika investor memberikan modalnya sebesar Rp. 1 Miliar pada perusahaan TLKM dalam jangka waktu dua tahun, maka kemungkinan kerugian maksimum yang diderita investor adalah sebesar Rp. 29 Juta, atau investor dapat mengalami keuntungan sebesar Rp. 28 Juta. Jika investor menanamkan modalnya perusahaan EXCL sebesar Rp. 1 Miliar dalam jangka

waktu dua tahun, maka kerugian maksimum yang dapat diperoleh oleh investor sebesar Rp. 41 Juta, atau mendapatkan keuntungan maksimum sebesar Rp. 45 Juta. Selanjutnya, jika investor menginvestasikan modal dalam besaran dan jangka waktu yang sama pada perusahaan ISAT, kerugian maksimum yang dapat diterima investor sebesar Rp. 32 Juta, atau mendapatkan keuntungan sebesar sebesar Rp. 33 Juta.

Berdasarkan pernyataan sebelumnya, maka dapat diketahui bahwa risiko dari perusahaan TLKM pada *window* 500 lebih besar daripada profitnya. Berkebalikan dengan perusahaan EXCL dan ISAT yang pada *window* 500 profitnya lebih besar dari risikonya. Untuk itu disarankan kepada investor untuk memiliki EXCL atau ISAT sebagai tempat investasi jika menginginkan jangka waktu investasi selama 500 hari atau 2 tahun.

4.3 Pemodelan ARMAX-EGARCHX pada Return Saham Perusahaan Sub Sektor Telekomunikasi

Selanjutnya akan dilakukan analisis CVaR dengan menggunakan pendekatan ARMAX untuk pendekatan parameter *mean* dan EGARCHX untuk parameter varians dengan menggunakan variabel eksogen IHSG dan IDR/USD. Sebelum melakukan pemodelan menggunakan ARMAX-EGARCHX harus melakukan langkah-langkah yang sama dengan dengan sub-bab 4.2, namun untuk pemodelan ARMAX dapat dikatakan sama, sehingga langkah yang akan dilakukan adalah sebagai berikut :

4.3.1 Estimasi dan Pengujian Parameter Model ARMAX-EGARCHX

Estimasi dan pengujian parameter model ARMAX-EGARCHX bertujuan untuk mengetahui parameter yang signifikan yang digunakan untuk menduga nilai VaR yang digunakan untuk memodelkan CVaR. Sub bab ini juga menggunakan prinsip *parsimony* model.

4.3.1.1 Perusahaan TLKM

Model ARMAX terpilih pada perusahaan TLKM adalah ARMAX(1,0,2) yang kemudian digabungkan dengan model

dugaan EGARCHX. Estimasi parameter dari ARMAX-EGARCHX yang disajikan pada Tabel 4.14.

Tabel 4.14 Estimasi dan Uji Signifikansi Model ARMAX-EGARCHX Perusahaan TLKM

Model	Parameter	Estimasi	t value	p-value
ARMAX(1,0,2) EGARCHX(1,0,2)	μ	-0,0003	-1.0479	0.2947
	ϕ	-0,0612	-2.9503	0.0032
	ω_1	0,9376	31.7927	0.0000
	ω_2	0,2889	3.4489	0.0006
	ω	-8,4736	-225.295	0.0000
	φ	-0,0801	-2.6371	0.0084
	γ	0.4662	10.3587	0.0000
	π_1	8.4984	3.2947	0.0009
	π_2	9.5584	1.0812	0.2796
ARMAX(1,0,2) EGARCHX(0,1,2)	μ	-0,0001	-0,3299	0,7415
	ϕ	-0,1002	-2,7766	0,0055
	ω_1	0,9673	28,4591	≈ 0
	ω_2	0,3657	2,8150	0,0049
	ω	-0,0853	-136,780	≈ 0
	β	0,9897	11892,82	≈ 0
	π_1	-1,7138	-2,5128	0,0119
	π_2	-4,0199	-3,4310	0,0006
ARMAX(1,0,2) EGARCHX(1,1,2)	μ	-0,0003	-1,0303	0,3029
	ϕ	-0,1052	-4,3462	≈ 0
	ω_1	0,9552	27,0689	≈ 0
	ω_2	0,2623	3,2080	0,0013
	ω	-0,8118	-4,3444	≈ 0
	φ	-0,0343	-1,9812	0,0476
	β	0,9025	41,0957	≈ 0
	γ	0,3029	8,2298	≈ 0
	π_1	-1,3609	-0,6068	0,5439
	π_2	-7,4571	-1,3793	0,1678

Berdasarkan Tabel 4.14 diketahui tidak ada model ARMAX-EGARCHX pada perusahaan TLKM yang memiliki keseluruhan parameter yang signifikan, sehingga diperlukan pemodelan ulang hingga seluruh parameter yang dibutuhkan signifikan yang ditunjukkan pada Tabel 4.15.

Tabel 4.15 Pemodelan Ulang ARMAX-EGARCHX Return Perusahaan TLKM

Model	Parameter	Estimasi	t value	p-value
-------	-----------	----------	---------	---------

	μ	0,001	2,999	0,003
ARMAX(0,2,[2])	θ_1	-0,115	-4,743	≈ 0
EGARCHX(1,0,0)	θ_2	-0,159	-8,325	≈ 0
	ω_2	-0,539	-6,548	≈ 0

Tabel 4.15 Pemodelan Ulang ARMAX-EGARCHX *Return* Perusahaan TLKM (Lanjutan)

Model	Parameter	Estimasi	t value	p-value
ARMAX(0,2,[2])	ω	-8,136	-216,39	≈ 0
EGARCHX(1,0,0)	φ	-0,086	-2,806	0,005
	γ	0,472	10,569	≈ 0

Tabel 4.15 menunjukkan model untuk mengestimasi nilai VaR telah signifikan, sehingga Berdasarkan Tabel 4.8 didapatkan model sebagai berikut :

$$\text{ARMAX} : R_t = 0,001 - 0,539X_{2t} + a_t + 0,115a_{t-1} + 0,159a_{t-2}$$

$$\text{EGARCHX} : \log_e(\hat{\sigma}_t^2) = -8,136 + z_{t-1} + 0,472(|z_{t-1} - E|z_{t-1}|)$$

4.3.1.2 Perusahaan EXCL

Pemodelan perusahaan EXCL menggunakan model ARMAX terpilih yaitu ARMAX(1,0,2) yang kemudian digabungkan dengan model dugaan EGARCHX. Estimasi parameter model ARMAX-EGARCHX disajikan pada Tabel 4.16.

Tabel 4.16 Estimasi dan Uji Signifikansi Model ARMAX-EGARCHX Perusahaan EXCL

Model	Parameter	Estimasi	t value	p-value
ARMAX(1,0,2) EGARCHX(1,0,2)	μ	≈ 0	1,43	0,153
	ϕ	-0,068	-2,21	0,027
	ω_1	0,916	40,40	≈ 0
	ω_2	-0,316	-2,13	0,033
	ω	0,001	52,19	≈ 0
	φ	0,109	4,24	≈ 0
	π_1	0,005	652,19	≈ 0
	π_2	0,047	159,17	≈ 0
ARMAX(1,0,2) EGARCHX(0,1,2)	μ	-0,0003	-1,0479	0,2947
	ϕ	-0,0612	-2,9503	0,0032
	ω_1	0,9376	31,7927	≈ 0
	ω_2	0,2889	3,4489	0,0006
	ω	-8,4736	-225,295	≈ 0
	β	-0,0801	-2,6371	0,0084
	γ	0,4662	10,3587	≈ 0

π_1	8,4984	3,2947	0,0009
π_2	9,5584	1,0812	0,2796

Tabel 4.16 Estimasi dan Uji Signifikansi Model ARMAX-EGARCHX Perusahaan EXCL (Lanjutan)

Model	Parameter	Estimasi	t value	p-value
ARMAX(1,0,2) EGARCHX(1,1,2)	μ	-0,0005	-3201,5	≈ 0
	ϕ	-0,0584	-3201,5	≈ 0
	ω_1	0,8657	3200,0	≈ 0
	ω_2	-0,1133	-3201,5	≈ 0
	ω	-0,7481	-3148,5	≈ 0
	φ	0,0143	3201,5	≈ 0
	β	0,8990	3162,2	≈ 0
	γ	0,1219	3201,6	≈ 0
	π_1	-6,5265	-3201,8	≈ 0
	π_2	14,1017	-3201,8	≈ 0

Tabel 4.16 menunjukkan bahwa semua parameter model ARMAX(1,0,2)-EGARCHX(1,1,2) telah signifikan, namun model tersebut tidak *convergen* untuk mengestimasi nilai VaR, sehingga perlu dilakukan pemodelan ulang perusahaan EXCL. hasil pemodelan ulang dapat dilihat pada Tabel 4.17.

Tabel 4.17 Pemodelan ulang ARMAX-EGARCHX Return Perusahaan EXCL

Model	Parameter	Estimasi	t value	p-value
ARMAX(0,1,0) EGARCHX(1,0,[2])	μ	-0,0007	-3617,8	≈ 0
	θ	-0,0049	-3617,8	≈ 0
	ω	-7,2882	-3569,7	≈ 0
	φ	-0,0446	-3617,8	≈ 0
	γ	0,4097	3611,9	≈ 0
	π_2	-36,0542	-3616,2	≈ 0

Tabel 4.17 menunjukkan model untuk mengestimasi nilai VaR telah signifikan, sehingga Berdasarkan Tabel 4.17 didapatkan model sebagai berikut :

$$\text{ARMAX : } R_t = -0,0007 + a_t + 0,0049a_{t-1}$$

$$\text{GARCHX : } \log_e(\hat{\sigma}_t^2) = -7,2882 - 0,0446z_{t-1} + 0,4097(|z_{t-1}| - E|z_{t-1}|) - 36,0542X_{2t}^2$$

4.3.1.3 Perusahaan ISAT

Model ARMAX terpilih yang digunakan untuk pemodelan perusahaan ISAT adalah ARMAX(1,1,2) yang kemudian digabungkan dengan model dugaan EGARCHX yang disajikan pada Tabel 4.18.

Tabel 4.18 Estimasi dan Uji Signifikansi Model ARMAX-EGARCHX
Perusahaan ISAT

Model	Parameter	Estimasi	t value	p-value
ARMAX(1,1,2) EGARCHX(1,0,2)	μ	-0,00007	-0,1554	0,8764
	ϕ	-0,0593	-1,9828	0,0474
	θ	-0,0188	-0,5945	0,5522
	ϖ_1	0,6332	14,4221	≈ 0
	ϖ_2	-0,3894	-3,6419	0,0003
	ω	-7,6087	-204,185	≈ 0
	φ	-0,1531	-4,4549	≈ 0
	γ	0,3828	7,6861	≈ 0
	π_1	5,3088	1,7643	0,0777
	π_2	50,1385	5,8675	≈ 0
ARMAX(1,1,2) EGARCHX(0,1,2)	μ	0,00003	0,0676	0,9461
	ϕ	-0,5718	-1,6719	0,0946
	θ	0,5436	1,5642	0,1178
	ϖ_1	0,6391	13,1558	≈ 0
	ϖ_2	-0,1154	-0,8364	0,4029
	ω	-0,7763	-445,2352	≈ 0
	β	0,8986	2407,279	≈ 0
	π_1	4,5325	2,8281	0,0047
	π_2	15,1591	4,0975	≈ 0
ARMAX(1,1,2) EGARCHX(1,1,2)	μ	-0,0004	-2,2459	0,0247
	ϕ	-0,8949	-65,8845	≈ 0
	θ	0,8689	55,0057	≈ 0
	ϖ_1	0,4920	13,3555	≈ 0
	ϖ_2	-0,1995	-1,9873	0,0469
	ω	-0,0572	-38,2623	≈ 0
	φ	0,0162	1,2307	0,2184
	β	0,9899	37237,92	≈ 0
	γ	0,2050	28,5236	≈ 0
	π_1	4,7505	3,4147	0,0006
	π_2	7,1924	2,0901	0,03661

Tabel 4.18 menunjukkan bahwa dari model ARMAX-EGARCHX yang terbentuk dari model ARMAX terbaik dan nilai

dugaan model EGARCHX tidak ada parameter yang signifikan. Untuk itu dilakukan pemodelan kembali hingga semua parameter pada model perusahaan ISAT signifikan. Hasil pemodelan ulang ditunjukkan pada Tabel 4.19.

Tabel 4.19 Pemodelan ulang ARMAX-EGARCHX *Return* Perusahaan ISAT

Model	Parameter	Estimasi	t value	p-value
ARMAX(1,0,[2]) GARCHX(1,0,0)	μ	-0,0004	-30143,9	≈ 0
	ϕ	0,614	6273,75	≈ 0
	ω_2	-0,780	-3006,92	≈ 0
	ω	0	2,604	0,009
	φ	1	14356,34	≈ 0

Tabel 4.19 memberikan informasi mengenai model yang telah signifikan pada perusahaan ISAT adalah ARMAX(1,0,[2])-GARCHX(1,0,0). Informasi tersebut dapat dilihat dari |t-value| yang lebih dari t-tabel yaitu 1,96 pada setiap parameter model. Model dapat dituliskan menjadi sebagai berikut :

$$\text{ARMAX} : R_t = -0,0004 + 0,614R_{t-1} - 0,780X_{2t} + a_t$$

$$\text{EGARCHX} : \log_e(\hat{\sigma}_t^2) = 0,000001 + z_{t-1}$$

4.3.2 Penghitungan *Conditional Value at Risk* dengan Pendekatan ARMAX-EGARCHX

Perhitungan CVaR yang diestimasi oleh model ARMAX-EGARCHX dilakukan dengan melibatkan variabel eksogen IHSG dan IDR/USD, selain itu juga melibatkan nilai VaR dari perusahaan lain.

Perhitungan CVaR dilakukan terhadap masing-masing perusahaan sub-sektor komunikasi. Berikut adalah perhitungan estimasi CVaR pada masing-masing *window* yang ditampilkan dalam bentuk visual.

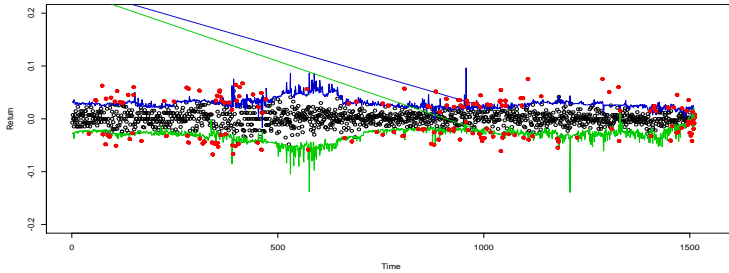
a. TLKM

Perhitungan estimasi CVaR risiko dan profit pada perusahaan TLKM melibatkan VaR perusahaan EXCL dan ISAT sebagai prediktornya dengan persamaan sebagai berikut :

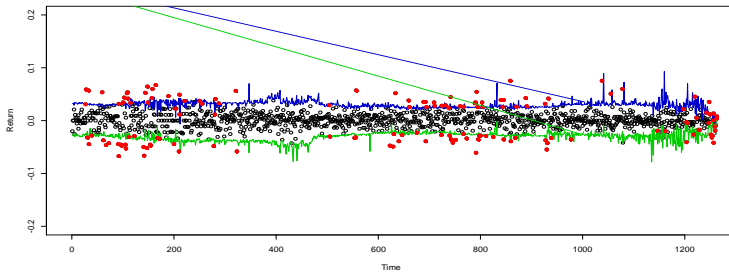
$$\text{Risiko} : CVaR_{TLKM} = -0,024 - 0,007VaR_{EXCL} + 0,101VaR_{ISAT}$$

Profit : $CVaR_{TLKM} = 0,012 - 0,027VaR_{EXCL} + 0,441VaR_{ISAT}$

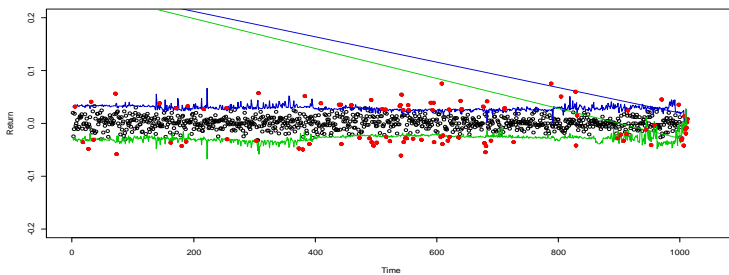
Adapun hasil visual dari perhitungannya dapat dilihat pada Gambar 4.11.



(a)



(b)



(c)

Gambar 4.11 Plot CVaR Risiko dan Profit Perusahaan TLKM dengan ARMAX-EGARCHX (a) 250 hari, (b) 375 hari, (c) 500

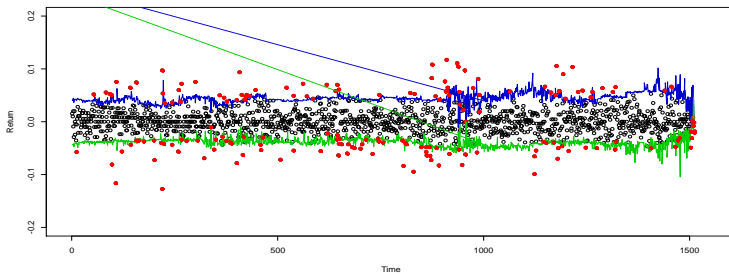
Terlihat pada Gambar 4.11 bahwa perhitungan estimasi CVaR profit dan risiko pada perusahaan TLKM berwarna biru dan berwarna hijau untuk masing-masing *window*. Pada awal periode transaksi transaksi terlihat stabil, namun pada akhir periode transaksi pada setiap *window* terlihat mulai terjadi fluktuasi baik nilai risiko maupun nilai profitnya. Jika dilihat pada Gambar 4.11 dapat dikatakan investasi dengan skenario 500 harian terlihat lebih stabil.

b. EXCL

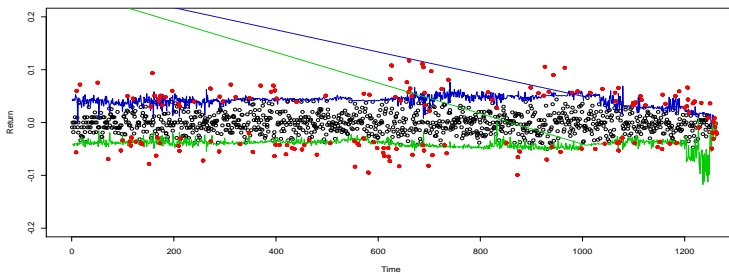
Berikut adalah persamaan untuk mengestimasi nilai CVaR.

$$\text{Risiko : } CVaR_{EXCL} = -0,032 + 0,331VaR_{TLKM} - 0,022VaR_{ISAT}$$

$$\text{Profit : } CVaR_{EXCL} = 0,050 - 0,165VaR_{EXCL} - 0,013VaR_{ISAT}$$

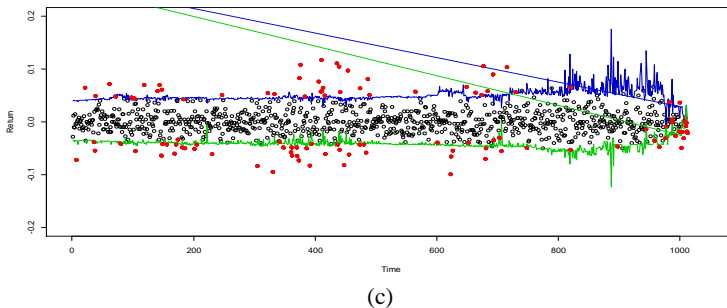


(a)



(b)

Gambar 4.12 Plot CVaR Risiko dan Profit Perusahaan EXCL dengan ARMAX-EGARCHX (a) 250 hari, (b) 375 hari, (c) 500



(c)
Gambar 4.12 Plot CVaR Risiko dan Profit Perusahaan EXCL dengan ARMAX-EGARCHX (a) 250 hari, (b) 375 hari, (c) 500 (Lanjutan)

Gambar 4.12 memberikan informasi bahwa perhitungan estimasi CVaR profit dan risiko pada perusahaan EXCL masing-masing berwarna biru dan berwarna hijau untuk setiap *window*. Perhitungan CVaR dengan pendekatan ARMAX-EGARCH juga menggunakan skenario *moving window* 250, 375, dan 500 harian. Gambar 4.12 menunjukkan bahwa transaksi pada perusahaan EXCL terlihat tidak ada yang stabil pada setiap *window*, namun jika dilihat dari kestabilan nilai risiko, *window* 500 harian terlihat lebih stabil. Jika investor menginginkan kestabilan sebagai dasar pemilihan perusahaan untuk menjadi tempat investasi, maka berdasarkan pendekatan ARMAX-EGARCHX tidak direkomendasikan untuk menanamkan modalnya pada perusahaan EXCL.

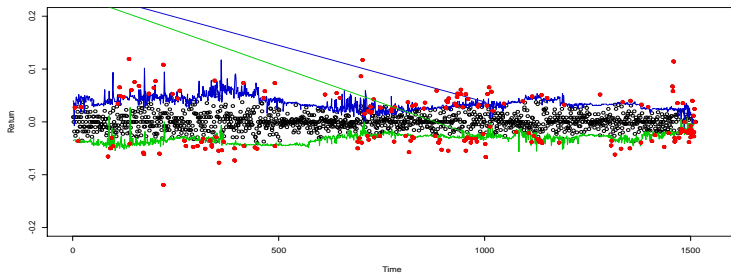
c. ISAT

Perhitungan estimasi CVaR risiko dan profit pada perusahaan ISAT melibatkan VaR perusahaan TLKM dan EXCL sebagai prediktornya dengan persamaan sebagai berikut :

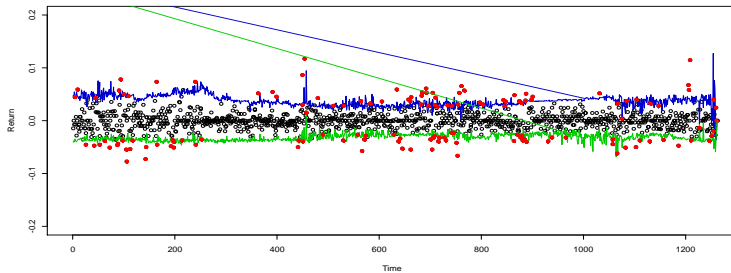
$$\text{Risiko : } CVaR_{ISAT} = -0,029 + 0,169VaR_{TLKM} - 0,001VaR_{EXCL}$$

$$\text{Profit : } CVaR_{ISAT} = 0,039 - 0,113VaR_{TLKM} - 0,0004VaR_{EXCL}$$

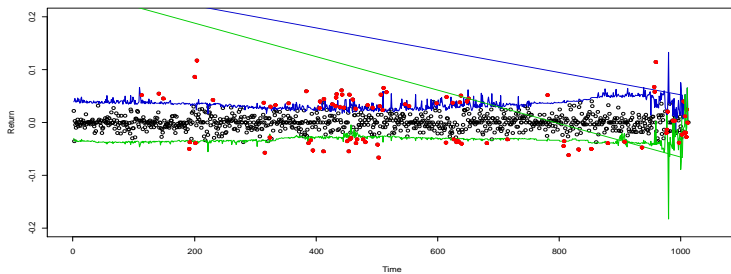
Adapun hasil visual dari perhitungannya dapat dilihat pada Gambar 4.13.



(a)



(b)



(c)

Gambar 4.13 Plot CVaR Risiko dan Profit Perusahaan ISAT dengan ARMAX-EGARCHX (a) 250 hari, (b) 375 hari, (c) 500

Gambar 4.13 menunjukkan perhitungan estimasi CVaR pada perusahaan ISAT dengan pendekatan ARMAX-EGARCHX. Dapat dilihat bahwa warna hijau menunjukkan estimasi risiko dari

perusahaan ISAT, dan warna biru merupakan estimasi profit dari perusahaan ISAT. Perhitungan estimasi CVaR pada ISAT melibatkan perusahaan TLKM dan EXCL sebagai prediktornya. Terlihat pada Gambar 4.19 bahwa nilai CVaR cukup stabil, namun pada awal transaksi 250 harian, terlihat adanya pelebaran nilai CVaR. Terlihat pada Gambar 4.13 bahwa nilai CVaR dengan skenario *window* 375 lebih stabil.

Selanjutnya, dilakukan estimasi perhitungan CVaR setiap *window* yang disajikan pada Tabel 4.20. Perhitungan estimasi CVaR pada masing-masing perusahaan menggunakan pendekatan ARMAX-EGARCHX dengan kuantil 5%.

Tabel 4.20 Estimasi Nilai CVaR dengan Pendekatan ARMAX-EGARCHX

Window		250		375		500	
Ukuran		<i>Mean</i>	Varians	<i>Mean</i>	Varians	<i>Mean</i>	Varians
TLKM	Risiko	-	0,00015	-	0,00007	-	0,00007
	Profit	0,029	0,00009	0,031	0,00009	0,027	0,00005
EXCL	Risiko	-	0,00008	-	0,00008	-	0,00009
	Profit	0,040	0,00012	0,041	0,00012	0,043	0,00022
ISAT	Risiko	-	0,00009	-	0,00004	-	0,00010
	Profit	0,032	0,00015	0,032	0,00011	0,033	0,00011

Perhitungan tingkat risiko dan profit yang dilakukan dengan kuantil 5% tersaji pada Tabel 4.22 dapat memberikan informasi kepada investor. Jika investor memberikan modalnya sebesar Rp. 1 Miliar pada perusahaan TLKM dalam jangka waktu dua tahun, maka kemungkinan rugi maksimum yang diderita investor adalah sebesar Rp. 27 Juta, atau investor dapat mengalami keuntungan sebesar Rp. 27 Juta. Jika investor menanamkan modalnya perusahaan EXCL sebesar Rp. 1 Miliar dalam jangka waktu dua tahun, maka kerugian maksimum yang dapat diperoleh oleh investor sebesar Rp. 43 Juta, atau mendapatkan keuntungan maksimum sebesar Rp. 48 Juta. Selanjutnya, jika investor menginvestasikan modal dalam besaran dan jangka waktu yang sama pada perusahaan ISAT, kerugian maksimum yang dapat

diterima investor sebesar Rp. 33 Juta, atau mendapatkan keuntungan sebesar sebesar Rp. 35 Juta.

Berdasarkan pernyataan sebelumnya, maka dapat diketahui bahwa risiko dari perusahaan TLKM lebih besar daripada profitnya. Berkebalikan dengan perusahaan EXCL dan ISAT yang profitnya lebih besar dari risikonya.

4.4 Pemodelan ARMAX-GJRGARCHX pada Return Saham Perusahaan Sub Sektor Telekomunikasi

Analisis CVaR pada penelitian ini selanjutnya adalah dengan menggunakan pendekatan ARMAX dan GJRGARCHX dengan menggunakan variabel eksogen IHSG dan IDR/USD. Sebelum melakukan pemodelan menggunakan ARMAX-GJRGARCHX harus melakukan langkah-langkah sama halnya dengan sub-bab 4.2, namun untuk pemodelan ARMAX dapat dikatakan sama, sehingga langkah yang akan dilakukan adalah sebagai berikut :

4.4.1 Estimasi dan Pengujian Parameter Model ARMAX-GJRGARCHX

Estimasi dan pengujian parameter model ARMAX-GJRGARCHX bertujuan untuk mengetahui parameter yang signifikan yang digunakan untuk menduga nilai VaR yang digunakan untuk menduga nilai CVaR. Sub bab ini juga menggunakan prinsip *parsimony* model.

4.4.1.1 Perusahaan TLKM

Model ARMAX terpilih yang akan digunakan untuk mengestimasi parameter perusahaan TLKM adalah ARMAX(1,0,2) yang kemudian digabungkan dengan model dugaan GJRGARCHX yang disajikan pada Tabel 4.21.

Tabel 4.21 Estimasi dan Uji Signifikansi Model ARMAX-GJRGARCHX
Perusahaan TLKM

Model	Parameter	Estimasi	t value	p-value
ARMAX(1,0,2)	μ	0,027	4734,01	≈ 0
	ϕ	-0,101	-5357,25	≈ 0
GJRGARCHX(1,0,2)	ω_1	0,977	4602,89	≈ 0
	ω_2	0,375	5153,63	≈ 0

ω	≈ 0	0,05	0,95
φ	1	4754,93	≈ 0

Tabel 4.21 Estimasi dan Uji Signifikansi Model ARMAX-GJRGARCHX Perusahaan TLKM (Lanjutan)

Model	Parameter	Estimasi	t value	p-value
ARMAX(1,0,2) GJRGARCHX(1,0,2)	γ	1	4752,56	≈ 0
	π_1	≈ 0	4759,69	≈ 0
	π_2	≈ 0	0	1
ARMAX(1,0,2) GJRGARCHX(0,1,2)	μ	≈ 0	-0,13	0,89
	θ	-0,105	-4,75	≈ 0
	ϖ_1	0,951	28,92	≈ 0
	ϖ_2	0,373	4,00	≈ 0
	ω	≈ 0	306,83	≈ 0
	β	0,995	7567,44	≈ 0
	π_1	≈ 0	6,57	≈ 0
	π_2	≈ 0	≈ 0	1
	μ	≈ 0	-0,367	0,714
ARMAX(1,0,2) GJRGARCHX(1,1,2)	ϕ	-0,116	-4,883	≈ 0
	ϖ_1	0,965	27,709	≈ 0
	ϖ_2	0,282	3,318	≈ 0
	ω	≈ 0	24,929	≈ 0
	φ	0,078	6,563	≈ 0
	β	0,861	79,674	≈ 0
	γ	0,041	2,096	0,036
	π_1	≈ 0	≈ 0	0,999
	π_2	≈ 0	≈ 0	1

Berdasarkan Tabel 4.21 diketahui tidak ada model ARMAX-GJRGARCHX yang memiliki keseluruhan parameter yang signifikan, sehingga diperlukan pemodelan ulang hingga seluruh parameter yang dibutuhkan signifikan yang ditunjukkan pada Tabel 4.22.

Tabel 4.22 Pemodelan Ulang ARMAX-GJRGARCHX Return Perusahaan TLKM

Model	Parameter	Estimasi	t value	p-value
ARMAX(0,2,2) GJRGARCHX(0,1,0)	θ_1	-0,1226	-14,2503	≈ 0
	θ_2	-0,0913	-3,7683	≈ 0
	ϖ_1	0,9318	31,0898	≈ 0
	ϖ_2	0,3642	3,9523	≈ 0
	ω	≈ 0	554,1747	≈ 0

β	0,9952	7860,1981	≈ 0
---------	--------	-----------	-------------

Tabel 4.22 menunjukkan model untuk mengestimasi nilai VaR telah signifikan, sehingga Berdasarkan Tabel 4.22 didapatkan model sebagai berikut :

$$\text{ARMAX} : R_t = 0,9318X_{1t} + 0,3642X_{2t} + a_t + 0,1226a_{t-1} + 0,0913a_{t-2}$$

$$\text{GJRGARCHX} : \hat{\sigma}_t^2 = 0,000028 + 0,9952\sigma_{t-1}^2$$

4.4.1.2 Perusahaan EXCL

Model ARMAX terpilih pada perusahaan EXCL adalah ARMAX(1,0,2) yang kemudian digabungkan dengan model dugaan GJRGARCHX yang disajikan pada Tabel 4.23.

Tabel 4.23 Estimasi dan Uji Signifikansi Model ARMAX-GJRGARCHX
Perusahaan EXCL

Model	Parameter	Estimasi	t value	p-value
ARMAX(1,0,2) GJRGARCHX(1,0,2)	μ	0,003	5,875	≈ 0
	ϕ	-0,289	-11,144	≈ 0
	ϖ_1	0,719	13,139	≈ 0
	ϖ_2	-0,962	-5,858	≈ 0
	ω	0,001	15,905	≈ 0
	φ	0,452	4,039	≈ 0
	γ	1	6,502	≈ 0
	π_1	0,002	0,842	0,399
	π_2	0,001	0,088	0,930
	μ	≈ 0	-3723,14	≈ 0
ARMAX(1,0,2) GJRGARCHX(0,1,2)	ϕ	-0,039	-3723,16	≈ 0
	ϖ_1	0,832	3765,14	≈ 0
	ϖ_2	-0,306	-3723,01	≈ 0
	ω	≈ 0	151,84	≈ 0
	β	0,993	9058,98	≈ 0
	π_1	≈ 0	0	1
	π_2	≈ 0	3686,73	≈ 0
	μ	0,002	3197,92	≈ 0
ARMAX(1,0,2) GJRGARCHX(1,1,2)	ϕ	-0,007	-3197,32	≈ 0
	ϖ_1	0,821	3194,82	≈ 0
	ϖ_2	-0,232	-3197,36	≈ 0
	ω	≈ 0	9,49	≈ 0
	φ	0,051	3189,71	≈ 0
	β	0,900	3084,97	≈ 0
	γ	0,050	3193,08	≈ 0
	π_1	≈ 0	0,15	0,885

π_2 ≈ 0 10,47 ≈ 0

Tabel 4.23 menunjukkan bahwa tidak ada semua parameter pada model ARMAX-GJRGARCHX yang signifikan, yang ditunjukkan pada model ARMAX(1,0,2)-GJRGARCHX(1,0,2) parameter X1 dan X2 tidak signifikan, model ARMAX(1,0,2)-GJRGARCHX(0,1,2) nilai parameter dari X1 tidak signifikan, dan pada model ARMAX(1,0,2)-GJRGARCHX(1,1,2) yang parameter X1 nya tidak signifikan. Sehingga untuk mengestimasi nilai VaR perlu dilakukan pemodelan ulang perusahaan EXCL. Hasil pemodelan ulang dapat dilihat pada Tabel 4.24.

Tabel 4.24 Pemodelan ulang ARMAX-GJRGARCHX *Return* Perusahaan EXCL

Model	Parameter	Estimasi	t value	p-value
ARMAX(0,1,0) GJRGARCHX(1,0,[2])	μ	-0,0031	-3384,39	≈ 0
	θ	-0,0538	-3383,42	≈ 0
	ω	≈ 0	3,42	≈ 0
	ϕ	0,0500	3372,58	≈ 0
	β	0,9000	3260,05	≈ 0
	γ	0,0500	3379,96	≈ 0
	π_2	0,0001	3383,41	≈ 0

Tabel 4.24 menunjukkan model untuk mengestimasi nilai VaR telah signifikan, sehingga Berdasarkan Tabel 4.10 didapatkan model sebagai berikut :

$$\text{ARMAX} : R_t = -0,0031 + a_t + 0,0538a_{t-1}$$

$$\text{GJRGARCHX} : \hat{\sigma}_t^2 = \approx 0 + 0,05a_{t-1}^2 + 0,05I_{t-1}a_{t-1}^2 + 0,9\sigma_{t-1}^2 + 0,0001X_{2t}^2$$

4.4.1.3 Perusahaan ISAT

Model ARMAX terpilih pada perusahaan ISAT adalah ARMAX(1,1,2) yang kemudian digabungkan dengan model dugaan GJRGARCHX yang disajikan pada Tabel 4.25.

Tabel 4.25 Estimasi dan Uji Signifikansi Model ARMAX-GJRGARCHX Perusahaan ISAT

Model	Parameter	Estimasi	t value	p-value
ARMAX(1,1,2)	μ	≈ 0	-619,277	≈ 0
GJRGARCHX(1,0,2)	ϕ	-0,999	-2222,466	≈ 0

θ	0,999	12266,656	≈ 0
ω_1	0,511	747,918	≈ 0

Tabel 4.25 Estimasi dan Uji Signifikansi Model ARMAX-GJRGARCHX
Perusahaan ISAT (Lanjutan)

Model	Parameter	Estimasi	t value	p-value
ARMAX(1,1,2) GJRGARCHX(1,0,2)	ω_2	-0,779	-651,160	≈ 0
	ω	≈ 0	745,691	≈ 0
	φ	0,114	647,211	≈ 0
	γ	0,334	2,774	0,006
	π_1	0,002	742,226	≈ 0
	π_2	0,025	745,759	≈ 0
ARMAX(1,1,2) GJRGARCHX(0,1,2)	μ	≈ 0	-0,589	0,556
	ϕ	-0,622	-2,094	0,036
	θ	0,595	1,953	0,051
	ω_1	0,641	12,483	≈ 0
	ω_2	-0,123	-0,844	0,398
	ω	≈ 0	418,46	≈ 0
	β	0,998	7872,58	≈ 0
	π_1	≈ 0	≈ 0	0,999
	π_2	≈ 0	≈ 0	1
	μ	≈ 0	-0,453	0,650
ARMAX(1,1,2) GJRGARCHX(1,1,2)	ϕ	-0,606	-1,452	0,146
	θ	0,551	1,266	0,206
	ω_1	0,565	12,633	≈ 0
	ω_2	-0,125	-1,064	0,287
	ω	≈ 0	2,491	0,013
	φ	0,114	8,696	≈ 0
	β	0,912	123,109	≈ 0
	γ	-0,049	-3,704	≈ 0
	π_1	≈ 0	0,552	0,581
	π_2	0,002	1,717	0,086

Tabel 4.25 menunjukkan bahwa dari model ARMAX-GJRGARCHX yang terbentuk dari model ARMAX terbaik hanya ARMAX(1,1,2)-GJRGARCHX(1,0,2) yang semua parameternya signifikan, namun parameter tersebut tidak *convergen* untuk mengestimasi parameter metode VaR. Untuk itu perlu dilakukan pemodelan kembali hingga semua parameter signifikan yang ditunjukkan pada Tabel 4.26.

Tabel 4.26 Pemodelan ulang ARMAX-GJRGARCHX Return Perusahaan ISAT

Model	Parameter	Estimasi	t value	p-value
-------	-----------	----------	---------	---------

ARMAX(1,0,[2])	ϕ	0,2621	4173,9	≈ 0
GJRGARCHX(1,0,0)	ω_2	-0,0486	-4192,4	≈ 0

Tabel 4.26 Pemodelan ulang ARMAX-GJRGARCHX *Return* Perusahaan ISAT
(Lanjutan)

Model	Parameter	Estimasi	t value	p-value
ARMAX(1,0,[2])	ω	0,0001	4179,2	≈ 0
GJRGARCHX(1,0,0)	ϕ	0,6417	4190,6	≈ 0
	γ	0,1155	4193,2	≈ 0

Tabel 4.26 memberikan informasi mengenai model yang telah signifikan pada perusahaan ISAT adalah ARMAX(1,0,[2])-GJRGARCHX(1,0,[2]). Informasi tersebut dapat dilihat dari $|t\text{-value}|$ yang lebih dari t-tabel yaitu 1,96 pada setiap parameter model. Model dapat dituliskan menjadi sebagai berikut :

$$\text{ARMAX} : R_t = 0,2621R_{t-1} - 0,0486X_{2t} + a_t$$

$$\text{GJRGARCHX} : \hat{\sigma}_t^2 = 0,0001 + 0,6471a_{t-1}^2 + 0,1155I_{t-1}a_{t-1}^2$$

4.4.2 Penghitungan *Conditional Value at Risk* dengan Pendekatan ARMAX-GJRGARCHX

Penghitungan terhadap nilai risiko dan profit pada dasarnya tidak hanya dipengaruhi oleh kondisi saham perusahaan tersebut di masa lalu, namun ada faktor eksogen antara lain IHSG dan/atau IDR/USD. Selain kedua faktor eksogen tersebut, juga terdapat faktor dari perusahaan pesaing, dalam penelitian ini, yang dianggap perusahaan pesaing dari satu perusahaan dengan perusahaan lainnya berdasarkan sub-sektor saham yang sama yaitu sub sektor telekomunikasi.

Perhitungan CVaR dilakukan terhadap masing-masing perusahaan sub-sektor komunikasi. Berikut adalah perhitungan estimasi CVaR pada masing-masing *window* yang ditampilkan dalam bentuk visual.

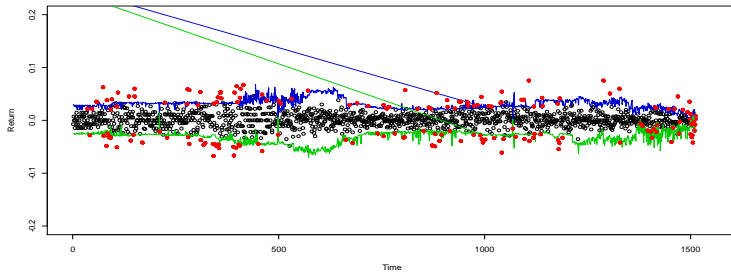
a. TLKM

Perhitungan estimasi CVaR risiko dan profit pada perusahaan TLKM melibatkan VaR perusahaan EXCL dan ISAT sebagai prediktornya dengan persamaan sebagai berikut :

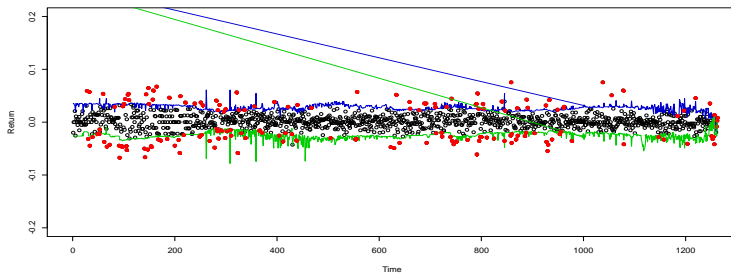
$$\text{Risiko} : CVaR_{TLKM} = -0,028 - 0,052VaR_{EXCL} + 0,038VaR_{ISAT}$$

$$\text{Profit} : CVaR_{TLKM} = 0,027 - 0,077VaR_{EXCL} + 0,113VaR_{ISAT}$$

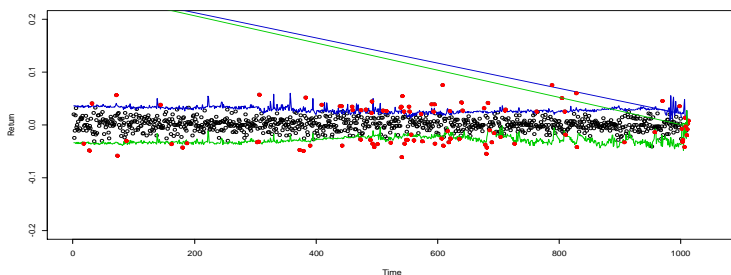
Adapun hasil visual dari perhitungannya dapat dilihat pada Gambar 4.14.



(a)



(b)



(c)

Gambar 4.14 Plot CVaR Risiko dan Profit Perusahaan TLKM dengan ARMAX-GJR-GARCHX (a) 250 hari, (b) 375 hari, (c) 500

Terlihat pada Gambar 4.14 bahwa perhitungan estimasi CVaR profit dan risiko pada perusahaan TLKM masing-masing berwarna biru dan bewarna hijau pada setiap *window*. Berdasarkan Gambar 4.14 dapat dikatakan *window* 375, dan 500 terlihat lebih stabil daripada *window* 250.

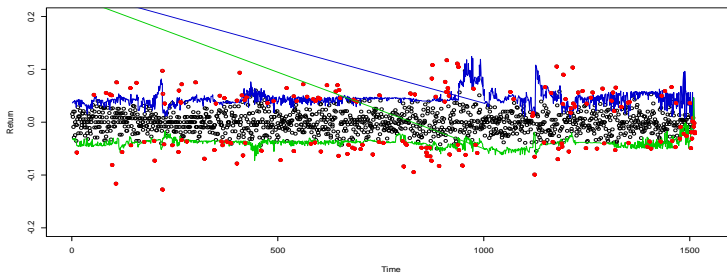
b. EXCL

Perhitungan estimasi CVaR risiko dan profit pada perusahaan EXCL melibatkan nilai VaR dari perusahaan TLKM dan ISAT sebagai prediktornya dengan persamaan sebagai berikut:

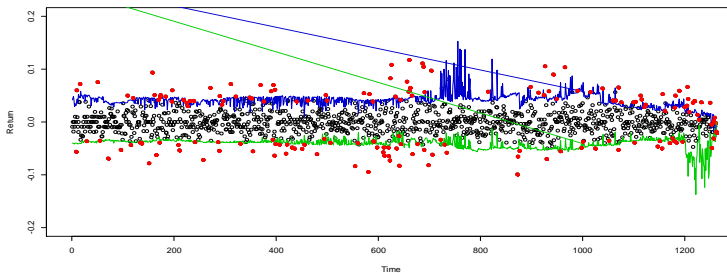
$$\text{Risiko : } CVaR_{EXCL} = -0,492 - 18,852VaR_{TLKM} + 0,075VaR_{ISAT}$$

$$\text{Profit : } CVaR_{EXCL} = -6,216 + 258,42VaR_{TLKM} + 0,252VaR_{ISAT}$$

Adapun hasil perhitungannya dapat dilihat pada Gambar 4.15 yang menunjukkan bahwa nilai CVaR yang diestimasi pada perusahaan EXCL tidak ada yang stabil secara visual.

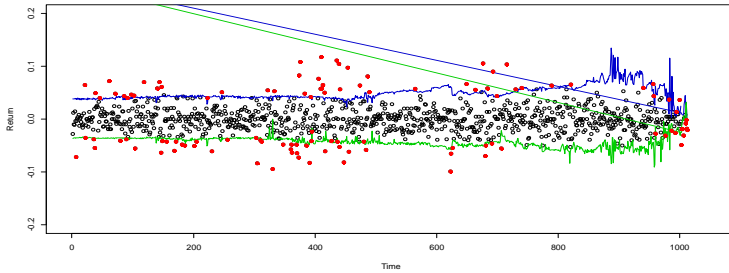


(a)



(b)

Gambar 4.15 Plot CVaR Risiko dan Profit Perusahaan EXCL dengan ARMAX-GJRGARCHX (a) 250 hari, (b) 375 hari, (c) 500



(c)

Gambar 4.15 Plot CVaR Risiko dan Profit Perusahaan EXCL dengan ARMAX-GJRGARCHX (a) 250 hari, (b) 375 hari, (c) 500 (Lanjutan)

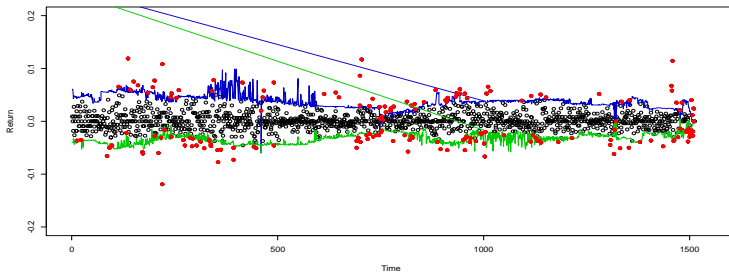
c. ISAT

Gambar 4.16 menunjukkan perhitungan estimasi CVaR pada perusahaan ISAT dengan pendekatan ARMAX-GJRGARCHX dengan persamaan sebagai berikut:

$$\text{Risiko : } CVaR_{EXCL} = -0,492 - 18,852VaR_{TLKM} + 0,075VaR_{ISAT}$$

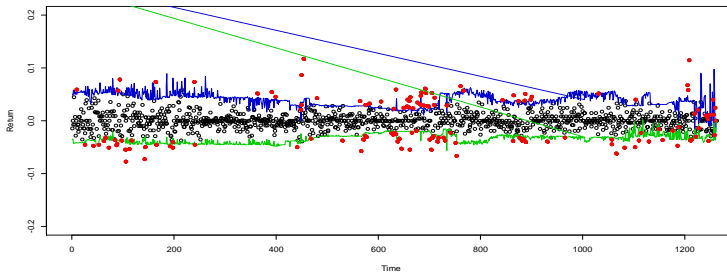
$$\text{Profit : } CVaR_{EXCL} = -6,216 + 258,42VaR_{TLKM} + 0,252VaR_{ISAT}$$

Dapat dilihat bahwa warna hijau menunjukkan estimasi risiko dari perusahaan ISAT, dan warna biru merupakan estimasi profit dari perusahaan ISAT. Perhitungan estimasi CVaR pada perusahaan ISAT melibatkan nilai VaR dari perusahaan TLKM dan EXCL sebagai prediktornya.

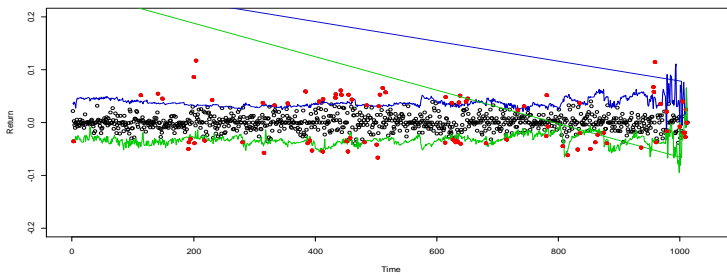


(a)

Gambar 4.16 Plot CVaR Risiko dan Profit Perusahaan ISAT dengan ARMAX-GJRGARCHX (a) 250 hari, (b) 375 hari, (c) 500



(b)



(c)

Gambar 4.16 Plot CVaR Risiko dan Profit Perusahaan ISAT dengan ARMAX-GJRGARCHX (a) 250 hari, (b) 375 hari, (c) 500 (Lanjutan)

Gambar 4.16 menunjukkan bahwa terjadi ketidakstabilan nilai CVaR pada awal periode pada *window* 250, namun pada pertengahan periode menjadi lebih stabil dan nilai CVaR cenderung lebih kecil, pada *window* 375 dan 500 cenderung memiliki pola yang sama, yaitu nilai CVaR pada awal periode cenderung kecil, namun mendekati akhir periode mulai membesar dan terlihat tidak stabil.

Selanjutnya, dilakukan perhitungan estimasi perhitungan CVaR setiap *window* yang disajikan pada Tabel 4.27. Perhitungan

estimasi CVaR pada masing-masing perusahaan menggunakan pendekatan ARMAX-GJRGARCHX dengan kuantil 5%.

Tabel 4.27 Estimasi Nilai CVaR dengan Pendekatan ARMAX-GJRGARCHX

Window		250		375		500	
Ukuran		<i>Mean</i>	<i>Varians</i>	<i>Mean</i>	<i>Varians</i>	<i>Mean</i>	<i>Varians</i>
TLKM	Risiko	0,031	0,00012	0,026	0,00005	0,028	0,00005
	Profit	0,031	0,00009	0,027	0,00004	0,029	0,00003
EXCL	Risiko	0,039	0,00007	0,041	0,00010	0,043	0,00012
	Profit	0,044	0,00019	0,041	0,00019	0,049	0,00020
ISAT	Risiko	0,032	0,00009	0,033	0,00007	0,033	0,00012
	Profit	0,038	0,00018	0,039	0,00018	0,037	0,00009

Perhitungan tingkat risiko dan profit yang dilakukan dengan tingkat keyakinan 95% tersaji pada Tabel 4.27 yang dapat memberikan informasi kepada investor mengenai risiko dan keuntungan yang akan diterima oleh investor. Jika investor memberikan modalnya sebesar Rp. 1 Miliar pada perusahaan TLKM dalam jangka waktu satu tahun, maka kemungkinan rugi maksimum yang diderita investor adalah sebesar Rp. 31 Juta, atau investor dapat mengalami keuntungan sebesar Rp. 31 Juta. Jika investor menanamkan modalnya perusahaan EXCL sebesar Rp. 1 Miliar dalam jangka waktu satu tahun, maka kerugian maksimum yang dapat diperoleh oleh investor sebesar Rp. 39 Juta, atau mendapatkan keuntungan maksimum sebesar Rp. 44 Juta. Selanjutnya, jika investor menginvestasikan modal dalam besaran dan jangka waktu yang sama pada perusahaan ISAT, kerugian maksimum yang dapat diterima investor sebesar Rp. 32 Juta, atau mendapatkan keuntungan sebesar sebesar Rp. 38 Juta.

Berdasarkan pernyataan sebelumnya, maka dapat diketahui bahwa risiko dari perusahaan TLKM sama dengan profitnya, namun perusahaan EXCL dan ISAT memiliki nilai profit yang lebih besar dari risikonya.

4.5 Pemodelan ARMAX-APARCHX pada *Return* Saham Perusahaan Sub Sektor Telekomunikasi

Selanjutnya, melakukan analisis perhitungan CVaR pada penelitian ini adalah dengan menggunakan pendekatan ARMAX-APARCHX menggunakan variabel eksogen IHSG dan IDR/USD. Sebelum melakukan pemodelan menggunakan ARMAX-APARCHX harus melakukan langkah-langkah sama halnya dengan sub-bab 4.2, namun untuk pemodelan ARMAX dapat dikatakan sama, sehingga langkah yang akan dilakukan adalah sebagai berikut :

4.5.1 Estimasi dan Pengujian Parameter Model ARMAX-APARCHX

Estimasi dan pengujian parameter model ARMAX-APARCHX bertujuan untuk mengetahui parameter yang signifikan yang digunakan untuk menduga nilai VaR. Nilai VaR nya digunakan untuk menduga nilai CVaR.

4.5.1.1 Perusahaan TLKM

Model ARMAX yang digunakan untuk memodelkan perusahaan TLKM adalah ARMAX(1,0,2) yang kemudian digabungkan dengan model dugaan APARCHX yang disajikan pada Tabel 4.28.

Tabel 4.28 Estimasi dan Uji Signifikansi Model ARMAX-APARCHX
Perusahaan TLKM

Model	Parameter	Estimasi	t value	p-value
ARMAX(1,0,2) APARCHX(1,0,2)	μ	≈ 0	-5,032	≈ 0
	ϕ	-0,072	-2,076	≈ 0
	σ_1	0,924	28,178	≈ 0
	σ_2	0,288	3,298	≈ 0
	ω	≈ 0	1,139	0,255
	φ	0,230	5,026	≈ 0
	γ	0,144	5,079	≈ 0
	δ	3,498	192,951	≈ 0
	π_1	≈ 0	7941,26	≈ 0
	π_2	≈ 0	54145,17	≈ 0
ARMAX(1,0,2) APARCHX(0,1,2)	μ	≈ 0	-0,130	0,896
	ϕ	-0,105	-4,744	≈ 0
	σ_1	0,955	29,077	≈ 0

ϖ_2	0,369	3,941	≈ 0
ω	≈ 0	3,703	≈ 0
β	0,997	6735,616	≈ 0
δ	2,021	68,106	≈ 0
Π_1	≈ 0	1,839	0,066
Π_2	≈ 0	≈ 0	1

Tabel 4.28 Estimasi dan Uji Signifikansi Model ARMAX-APARCHX Perusahaan TLKM (Lanjutan)

Model	Parameter	Estimasi	t value	p-value
ARMAX(1,0,2) APARCHX(1,1,2)	μ	≈ 0	-0,365	0,715
	ϕ	-0,109	-4,510	≈ 0
	ϖ_1	0,954	27,498	≈ 0
	ϖ_2	0,281	3,297	≈ 0
	ω	≈ 0	57,774	≈ 0
	φ	0,128	6,465	≈ 0
	β	0,795	31,328	≈ 0
	γ	0,099	2,049	0,040
	δ	2,114	70,018	≈ 0
	Π_1	≈ 0	0,344	0,731
	Π_2	≈ 0	≈ 0	1

Berdasarkan Tabel 4.28 diketahui tidak ada model ARMAX-APARCHX yang memiliki keseluruhan parameter yang signifikan, sehingga diperlukan pemodelan ulang hingga seluruh parameter yang dibutuhkan signifikan yang ditunjukkan pada Tabel 4.29.

Tabel 4.29 Pemodelan Ulang ARMAX-APARCHX Return Perusahaan TLKM

Model	Parameter	Estimasi	t value	p-value
ARMAX(0,1,1) APARCHX(0,1,0)	θ_1	-0,127	-5,271	≈ 0
	ϖ_1	0,885	28,988	≈ 0
	ω	≈ 0	3,749	≈ 0
	β	0,999	116272,1	≈ 0
	δ	1,537	195,816	≈ 0

Tabel 4.29 menunjukkan model untuk mengestimasi nilai VaR telah signifikan, sehingga Berdasarkan Tabel 4.29 didapatkan model sebagai berikut :

$$\text{ARMAX} : R_t = 0,885X_{1t} + a_t + 0,127a_{t-1}$$

$$\text{APARCHX} : \hat{\sigma}_t^{1,537} = 0,000028 + 0,999\sigma_{t-1}^{1,537}$$

4.5.1.2 Perusahaan EXCL

Model ARMAX terpilih pada perusahaan EXCL adalah ARMAX(1,0,2) yang kemudian digabungkan dengan model dugaan APARCHX yang disajikan pada Tabel 4.30.

Tabel 4.30 Estimasi dan Uji Signifikansi Model ARMAX-APARCHX
Perusahaan EXCL

Model	Parameter	Estimasi	t value	p-value
ARMAX(1,0,2) APARCHX(1,0,2)	μ	0,048	8571,62	≈ 0
	ϕ	-0,085	-6788,81	≈ 0
	ϖ_1	0,814	5633,37	≈ 0
	ϖ_2	2,229	4251,78	≈ 0
	ω	≈ 0	≈ 0	1
	φ	0,296	8672,24	≈ 0
	γ	0,605	6811,54	≈ 0
	δ	2,638	5518,69	≈ 0
	π_1	≈ 0	0,15	0,88
	π_2	≈ 0	0,36	0,72
ARMAX(1,0,2) APARCHX(0,1,2)	μ	≈ 0	-3448,20	≈ 0
	ϕ	-0,049	-3456,90	≈ 0
	ϖ_1	0,821	3447,60	≈ 0
	ϖ_2	-0,378	-3449,20	≈ 0
	ω	≈ 0	4,37	≈ 0
	β	1	156590	≈ 0
	δ	0,799	3380,70	≈ 0
	π_1	≈ 0	0,07	0,94
	π_2	0,006	3451,30	≈ 0
ARMAX(1,0,2) APARCHX(1,1,2)	μ	-0,001	-3168,30	≈ 0
	ϕ	-0,044	-3168,36	≈ 0
	ϖ_1	0,815	3165,92	≈ 0
	ϖ_2	-0,177	-3168,38	≈ 0
	ω	≈ 0	3163,77	≈ 0
	φ	0,050	3162,37	≈ 0
	β	0,900	3069,51	≈ 0
	γ	0,050	3128,43	≈ 0
	δ	2	3126,04	≈ 0
	π_1	≈ 0	≈ 0	1
	π_2	≈ 0	2,45	0,014

Tabel 4.30 menunjukkan bahwa semua parameter model tidak signifikan, sebagai contoh adalah parameter ω , X1, dan X2 pada model ARMAX(1,0,2)-APARCHX(1,0,2), parameter X1 pada model ARMAX(1,0,2)-APARCHX(0,1,2), dan model ARMAX(1,0,2)-APARCHX(1,1,2), sehingga perlu dilakukan pemodelan ulang perusahaan EXCL. Hasil pemodelan ulang dapat dilihat pada Tabel 4.31.

Tabel 4.31 Pemodelan ulang ARMAX-APARCHX *Return* Perusahaan EXCL

Model	Parameter	Estimasi	t value	p-value
ARMAX(0,1,1) APARCHX(0,1,0)	θ	-0,090	-2009,51	≈ 0
	ω_1	0,853	2028,41	≈ 0
	ω	≈ 0	36,21	≈ 0
	β	1	69709,02	≈ 0
	δ	0,855	2182,27	≈ 0

Tabel 4.31 menunjukkan model untuk mengestimasi nilai VaR telah signifikan, sehingga Berdasarkan Tabel 4.34 didapatkan model sebagai berikut :

$$\text{ARMAX} : R_t = 0,853X_{1t} + a_t + 0,090a_{t-1}$$

$$\text{APARCHX} : \hat{\sigma}_t^{0,855} = 0,001 + \sigma_{t-1}^{0,855}$$

4.5.1.3 Perusahaan ISAT

Seperti halnya pemodelan yang digunakan oleh model ARMAX dan variasi GARCHX yang lain, maka Model ARMAX yang digunakan pada perusahaan ISAT adalah ARMAX(1,1,2) yang kemudian digabungkan dengan model dugaan APARCHX yang disajikan pada Tabel 4.32.

Tabel 4.32 Estimasi dan Uji Signifikansi Model ARMAX-APARCHX Perusahaan ISAT

Model	Parameter	Estimasi	t value	p-value
ARMAX(1,1,2) APARCHX(1,0,2)	μ	≈ 0	0,900	0,368
	ϕ	-0,203	-1,829	0,067
	θ	0,063	0,559	0,576
	ω_1	0,586	13,595	≈ 0
	ω_2	-0,568	-4,854	≈ 0
	ω	≈ 0	5,936	≈ 0
	φ	0,703	7,139	≈ 0

	γ	0,406	8,723	≈ 0
	δ	3,266	170,883	≈ 0
	Π_1	≈ 0	≈ 0	0,999
	Π_2	≈ 0	0,244	0,808
ARMAX(1,1,2) APARCHX(0,1,2)	μ	≈ 0	-0,724	0,469
	ϕ	-0,570	-1,849	0,064
	θ	0,539	1,709	0,088
	ϖ_1	0,639	12,866	≈ 0
	ϖ_2	-0,183	-1,303	0,193
	ω	≈ 0	1,967	0,049

Tabel 4.32 Estimasi dan Uji Signifikansi Model ARMAX-APARCHX Perusahaan ISAT (Lanjutan)

Model	Parameter	Estimasi	t value	p-value
ARMAX(1,1,2) APARCHX(0,1,2)	β	0,840	161,007	≈ 0
	δ	3,348	200,135	≈ 0
	Π_1	≈ 0	60,578	≈ 0
	Π_2	≈ 0	10,714	≈ 0
ARMAX(1,1,2) APARCHX(1,1,2)	μ	≈ 0	-0,462	0,644
	ϕ	-0,726	-2,459	0,014
	θ	0,685	2,184	0,029
	ϖ_1	0,589	10,870	≈ 0
	ϖ_2	-0,100	-0,287	0,774
	ω	≈ 0	0,488	0,626
	φ	0,049	2,140	0,032
	β	0,903	6,557	≈ 0
	γ	-0,276	-1,027	0,305
	δ	2,750	4,719	≈ 0
	Π_1	≈ 0	≈ 0	1
	Π_2	≈ 0	0,149	0,882

Tabel 4.32 menunjukkan bahwa dari model ARMAX-APARCHX yang terbentuk dari model ARMAX terbaik tidak ada parameter yang signifikan. Untuk itu dilakukan pemodelan kembali hingga semua parameter signifikan yang ditunjukkan pada Tabel 4.33.

Tabel 4.33 Pemodelan ulang ARMAX-APARCHX Return Perusahaan ISAT

Model	Parameter	Estimasi	t value	p-value
ARMAX(1,0,0) APARCHX(0,1,0)	ϕ	0,614	6273,75	≈ 0
	ω	-0,780	-3006,92	≈ 0
	β	≈ 0	2,604	0,009
	δ	1	14356,34	≈ 0

Tabel 4.33 memberikan informasi mengenai model yang telah signifikan pada perusahaan ISAT adalah ARMAX(1,0,0)-APARCHX(0,1,0). Informasi tersebut dapat dilihat dari $|t\text{-value}|$ yang lebih dari t-tabel yaitu 1,96 pada setiap parameter model. Model dapat dituliskan menjadi sebagai berikut :

$$\text{ARMAX} : R_t = 0,614R_{t-1} + a_t$$

$$\text{APARCHX} : \hat{\sigma}_t = -0,780 + 0,000001\sigma_{t-1}$$

4.5.2 Penghitungan *Conditional Value at Risk* dengan Pendekatan ARMAX-APARCHX

Penghitungan terhadap nilai risiko dan profit tidak hanya dipengaruhi oleh kondisi saham perusahaan tersebut di masa lalu, namun ada faktor eksogen yaitu faktor dari perusahaan pesaing, dalam penelitian ini, yang dianggap perusahaan pesaing dari satu perusahaan dengan perusahaan lainnya berdasarkan sub-sektor saham yang sama yaitu sub sektor telekomunikasi.

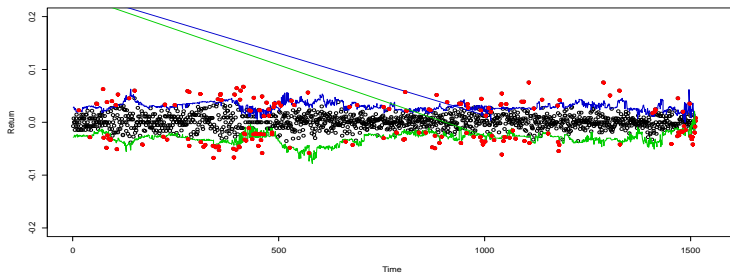
Perhitungan CVaR dilakukan terhadap masing-masing perusahaan sub-sektor komunikasi. Berikut adalah perhitungan estimasi CVaR pada masing-masing *window* yang ditampilkan dalam bentuk visual.

a. TLKM

Perhitungan estimasi CVaR risiko dan profit pada perusahaan TLKM melibatkan VaR perusahaan EXCL dan ISAT sebagai prediktornya dengan persamaan sebagai berikut .:

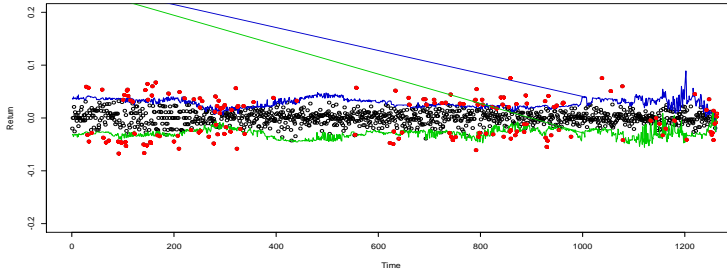
$$\text{Risiko} : CVaR_{TLKM} = -0,048 - 0,476VaR_{EXCL} - 0,120VaR_{ISAT}$$

$$\text{Profit} : CVaR_{TLKM} = 0,114 - 1,523VaR_{EXCL} - 0,896VaR_{ISAT}$$

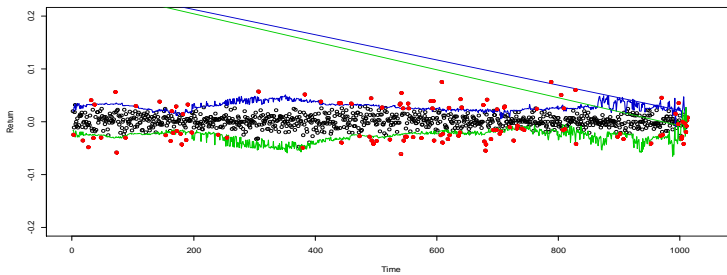


(a)

Gambar 4.17 Plot CVaR Risiko dan Profit Perusahaan TLKM dengan ARMAX-APARCHX (a) 250 hari, (b) 375 hari, (c) 500



(b)



(c)

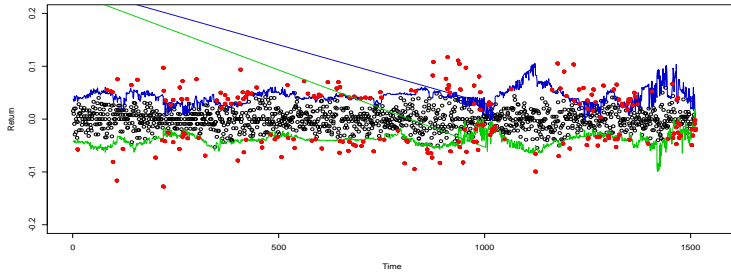
Gambar 4.17 Plot CVaR Risiko dan Profit Perusahaan TLKM dengan ARMAX-APARCHX (a) 250 hari, (b) 375 hari, (c) 500 (Lanjutan)

Terlihat pada Gambar 4.17 bahwa perhitungan estimasi CVaR profit dan risiko pada perusahaan TLKM berwarna biru dan berwarna hijau untuk masing-masing *window*. Terlihat pada Gambar 4.17 bahwa nilai CVaR pada *window* 250 lebih stabil daripada *window* lainnya.

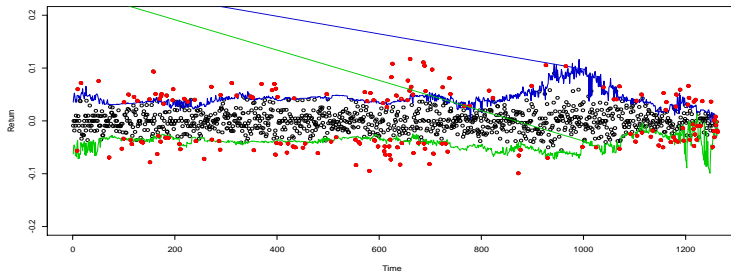
b. EXCL

Perhitungan estimasi CVaR risiko dan profit pada perusahaan EXCL melibatkan perusahaan TLKM dan ISAT sebagai prediktornya dengan persamaan sebagai berikut .:

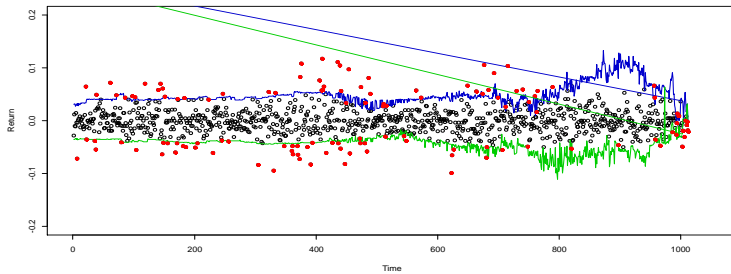
Risiko : $CVaR_{EXCL} = 0,155 + 1,829VaR_{TLKM} + 3,944VaR_{ISAT}$
 Profit : $CVaR_{TLKM} = -0,413 + 0,456VaR_{TLKM} + 11,573VaR_{ISAT}$
 Adapun hasil perhitungannya dapat dilihat pada Gambar 4.18.



(a)



(b)



(c)

Gambar 4.18 Plot CVaR Risiko dan Profit Perusahaan EXCL dengan ARMAX-APARCHX (a) 250 hari, (b) 375 hari, (c) 500

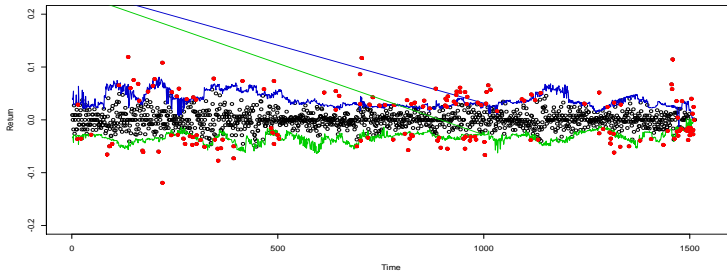
Warna biru dan warna hijau pada Gambar 4.18 menunjukkan nilai CVaR profit dan nilai CVaR risiko. Pada awal periode skenario *window* 250, 375, dan 500 terlihat bahwa nilai CVaR stabil, namun pada pertengahan periode hingga akhir periode, baik *window* 250, 375, maupun 500 yang terlihat sangat berfluktuasi dan dapat dikatakan tidak stabil. Untuk itu secara visualisasi, berdasarkan pendekatan ARMAX-APARCHX tidak direkomendasikan kepada investor untuk menanamkan modalnya pada perusahaan EXCL.

c. ISAT

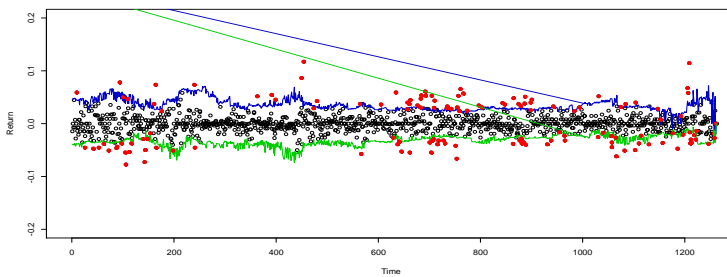
Berikut adalah persamaan untuk mengestimasi nilai CVaR.

$$\text{Risiko : } CVaR_{ISAT} = -0,059 + 0,304VaR_{TLKM} - 1,001VaR_{EXCL}$$

$$\text{Profit : } CVaR_{ISAT} = 0,114 - 1,804VaR_{TLKM} - 1,101VaR_{EXCL}$$

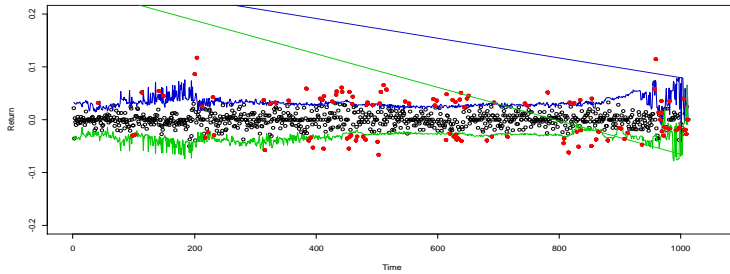


(a)



(b)

Gambar 4.19 Plot CVaR Risiko dan Profit Perusahaan ISAT dengan ARMAX-APARCHX (a) 250 hari, (b) 375 hari, (c) 500



(c)

Gambar 4.19 Plot CVaR Risiko dan Profit Perusahaan ISAT dengan ARMAX-APARCHX (a) 250 hari, (b) 375 hari, (c) 500 (Lanjutan)

Gambar 4.19 menunjukkan perhitungan estimasi CVaR pada perusahaan ISAT dengan pendekatan ARMAX-APARCHX. Dapat dilihat bahwa warna hijau menunjukkan estimasi risiko dari perusahaan ISAT, dan warna biru merupakan estimasi profit dari perusahaan ISAT. Pada Gambar 4.19 juga terlihat bahwa nilai CVaR tidak stabil pada *window* 250, 375, maupun 500.

Selanjutnya, dilakukan estimasi perhitungan CVaR setiap *window* yang disajikan pada Tabel 4.34. Perhitungan estimasi CVaR pada masing-masing perusahaan menggunakan pendekatan ARMAX-APARCHX dengan kuantil 5%.

Tabel 4.34 Estimasi Nilai CVaR dengan Pendekatan ARMAX-APARCHX

Window		250		375		500	
Ukuran		<i>Mean</i>	<i>Varians</i>	<i>Mean</i>	<i>Varians</i>	<i>Mean</i>	<i>Varians</i>
TLKM	Risiko	-	0,00011	-	0,00007	-	0,00012
	Profit	0,030	0,00006	0,029	0,00008	0,027	0,00007
EXCL	Risiko	-	0,00014	-	0,00017	-	0,00022
	Profit	0,039	0,00024	0,041	0,00029	0,044	0,00038
ISAT	Risiko	-	0,00009	-	0,00009	-	0,00012
	Profit	0,033	0,00021	0,032	0,00014	0,032	0,00012

Perhitungan tingkat risiko dan profit yang dilakukan dengan tingkat keyakinan 95% tersaji pada Tabel 4.38 dapat memberikan informasi kepada investor. Jika investor memberikan modalnya sebesar Rp. 1 Miliar pada perusahaan TLKM dalam jangka waktu satu setengah tahun, maka kemungkinan rugi maksimum yang diderita investor adalah sebesar Rp. 29 Juta, atau investor dapat mengalami keuntungan sebesar Rp. 28 Juta. Jika investor menanamkan modalnya perusahaan EXCL sebesar Rp. 1 Miliar dalam jangka waktu satu setengah tahun, maka kerugian maksimum yang dapat diperoleh oleh investor sebesar Rp. 41 Juta, atau mendapatkan keuntungan maksimum sebesar Rp. 42 Juta. Selanjutnya, jika investor menginvestasikan modal dalam besaran dan jangka waktu yang sama pada perusahaan ISAT, kerugian maksimum yang dapat diterima investor sebesar Rp. 32 Juta, atau mendapatkan keuntungan sebesar sebesar Rp. 35 Juta.

Berdasarkan pernyataan sebelumnya, maka dapat diketahui bahwa risiko dari perusahaan TLKM lebih besar daripada profitnya. Berkebalikan dengan perusahaan EXCL dan ISAT yang profitnya lebih besar dari risikonya.

4.6 Pemodelan ARMAX-FGARCHX pada *Return Saham Perusahaan Sub Sektor Telekomunikasi*

Selanjutnya, analisis yang akan dilakukan pada penelitian ini adalah dengan menggunakan pendekatan ARMAX untuk pendekatan parameter *mean* dan FGARCHX untuk parameter varians dari metode VaR yang kemudian digunakan untuk mengestimasi parameter CVaR. Sebelum melakukan pemodelan menggunakan ARMAX-FGARCHX harus melakukan langkah-langkah sama halnya dengan sub-bab 4.2, namun untuk pemodelan ARMAX dapat dikatakan sama, sehingga langkah yang akan dilakukan adalah sebagai berikut :

4.6.1 Estimasi dan Pengujian Parameter Model ARMAX-FGARCHX

Estimasi dan pengujian parameter model ARMAX-FGARCHX bertujuan untuk mengetahui parameter yang signifikan

yang digunakan untuk menduga nilai VaR. Sub bab ini juga menggunakan prinsip *parsimony* model.

4.6.1.1 Perusahaan TLKM

Model ARMAX terpilih pada perusahaan TLKM adalah ARMAX(1,0,2) yang kemudian digabungkan dengan model dugaan FGARCHX yang disajikan pada Tabel 4.35.

Tabel 4.35 Estimasi dan Uji Signifikansi Model ARMAX-FGARCHX Perusahaan TLKM

Model	Parameter	Estimasi	t value	p-value
ARMAX(1,0,2) FGARCHX(1,0,2)	μ	0,027	2713,11	≈ 0
	ϕ	-0,101	-1978,80	≈ 0
	ϖ_1	0,953	2169,80	≈ 0
	ϖ_2	0,608	4626,60	≈ 0
	ω	≈ 0	0,04	0,967
	φ	1	1826,70	≈ 0
	Π_1	≈ 0	0,002	0,998
	Π_2	≈ 0	0,61	0,544
ARMAX(1,0,2) FGARCHX(0,1,2)	μ	≈ 0	-0,13	0,89
	θ	-0,105	-4,75	≈ 0
	ϖ_1	0,951	28,89	≈ 0
	ϖ_2	0,373	4,00	≈ 0
	ω	≈ 0	4,46	≈ 0
	β	0,995	5880,88	≈ 0
	Π_1	≈ 0	2,19	0,028
	Π_2	≈ 0	≈ 0	1
ARMAX(1,0,2) FGARCHX(1,1,2)	μ	≈ 0	0,145	0,885
	ϕ	-0,111	-4,665	≈ 0
	ϖ_1	0,963	27,865	≈ 0
	ϖ_2	0,293	3,434	≈ 0
	ω	≈ 0	5,605	≈ 0
	φ	0,122	18,879	≈ 0
	β	0,809	61,436	≈ 0
	Π_1	≈ 0	0,252	0,801
	Π_2	≈ 0	≈ 0	1

Berdasarkan Tabel 4.35 diketahui tidak ada model ARMAX-FGARCHX yang memiliki keseluruhan parameter yang signifikan, sehingga diperlukan pemodelan ulang untuk mendapatkan keseluruhan parameter yang signifikan pada model

yang baru. Hasil pemodelan ulang dengan pendekatan ARMAX-FGARCHX yang ditunjukkan pada Tabel 4.36.

Tabel 4.36 Pemodelan Ulang ARMAX-FGARCHX *Return* Perusahaan TLKM

Model	Parameter	Estimasi	t value	p-value
ARMAX(0,2,[2]) FGARCHX(1,0,0)	μ	≈ 0	8,143	≈ 0
	θ_1	-0,105	-10,979	≈ 0
	θ_2	-0,142	-5,856	≈ 0
	ω_2	-0,632	-6,278	≈ 0
	ω	≈ 0	7,826	≈ 0
	ϕ	0,997	3187,784	≈ 0

Tabel 4.36 menunjukkan model untuk mengestimasi nilai VaR telah signifikan, sehingga Berdasarkan Tabel 4.36 didapatkan model sebagai berikut :

$$\text{ARMAX} : R_t = 0,00001 + 0,632X_{2t} + a_t + 0,105a_{t-1} + 0,142a_{t-2}$$

$$\text{FGARCHX} : \hat{\sigma}_t^2 = 0,000028 + 0,997\sigma_{t-1}^2(|z_{t-1}|)^2$$

4.6.1.2 Perusahaan EXCL

Model ARMAX terpilih pada perusahaan EXCL adalah ARMAX(1,0,2) yang kemudian digabungkan dengan model dugaan FGARCHX yang disajikan pada Tabel 4.37.

Tabel 4.37 Estimasi dan Uji Signifikansi Model ARMAX-FGARCHX
Perusahaan EXCL

Model	Parameter	Estimasi	t value	p-value
ARMAX(1,0,2) FGARCHX(1,0,2)	μ	0,001	1,916	0,055
	ϕ	-0,102	-2,816	0,004
	ω_1	0,845	10,540	≈ 0
	ω_2	-0,588	-2,606	0,009
	ω	0,001	19,797	≈ 0
	ϕ	0,192	2,604	0,009
	π_1	0,005	2,589	0,009
	π_2	0,028	11,159	≈ 0
ARMAX(1,0,2) FGARCHX(0,1,2)	μ	≈ 0	-3504,83	≈ 0
	ϕ	-0,039	-3504,82	≈ 0
	ω_1	0,828	3504,86	≈ 0
	ω_2	-0,348	-3504,94	≈ 0
	ω	≈ 0	12,30	≈ 0

	β	0,993	5246,97	≈ 0
	π_1	≈ 0	≈ 0	1
	π_2	≈ 0	3504,82	≈ 0
ARMAX(1,0,2)	μ	≈ 0	-3245,10	≈ 0
FGARCHX(1,1,2)	ϕ	-0,054	-3245,10	≈ 0
	ω_1	0,820	3244,90	≈ 0

Tabel 4.37 Estimasi dan Uji Signifikansi Model ARMAX-FGARCHX Perusahaan EXCL (Lanjutan)

Model	Parameter	Estimasi	t value	p-value
	ω_2	-0,231	-3245,10	0
	ω	≈ 0	3238,00	≈ 0
ARMAX(1,0,2)	φ	0,026	3242,60	≈ 0
FGARCHX(1,1,2)	β	0,901	3158,20	≈ 0
	π_1	≈ 0	≈ 0	1
	π_2	0,002	3245,20	≈ 0

Tabel 4.37 menunjukkan bahwa tidak ada model yang semua parameter signifikan, seperti halnya parameter μ pada model ARMAX(1,0,2)-FGARCHX(1,0,2) serta parameter X_1 pada model ARMAX(1,0,2)-FGARCHX(0,1,2) dan ARMAX(1,0,2)-FGARCHX(1,1,2), sehingga perlu dilakukan pemodelan ulang perusahaan EXCL. hasil pemodelan ulang dapat dilihat pada Tabel 4.38.

Tabel 4.38 Pemodelan ulang ARMAX-FGARCHX Return Perusahaan EXCL

Model	Parameter	Estimasi	t value	p-value
	μ	0,002	2,167	0,030
	θ	-0,075	-2,401	0,016
ARMAX(0,1,0)	ω	0,001	27,853	≈ 0
FGARCHX(1,0,[2])	φ	0,113	3,749	≈ 0
	π_2	0,019	5,642	≈ 0

Tabel 4.38 menunjukkan model untuk mengestimasi nilai VaR telah signifikan, sehingga Berdasarkan Tabel 4.42 didapatkan model sebagai berikut :

$$\text{ARMAX} : R_t = 0,002 + a_t + 0,075a_{t-1}$$

$$\text{FGARCHX} : \hat{\sigma}_t^2 = 0,001 + 0,113\sigma_{t-1}^2(|z_{t-1}|)^2 + 0,019X_{2t}^2$$

4.6.1.3 Perusahaan ISAT

Model ARMAX terpilih pada perusahaan ISAT adalah ARMAX(1,1,2) yang kemudian digabungkan dengan model dugaan FGARCHX. Hasil estimasi dan pengujian parameter model ARMAX-FGARCHX disajikan pada Tabel 4.39.

Tabel 4.39 Estimasi dan Uji Signifikansi Model ARMAX-FGARCHX
Perusahaan ISAT

Model	Parameter	Estimasi	t value	p-value
ARMAX(1,1,2) FGARCHX(1,0,2)	μ	≈ 0	-4817,11	≈ 0
	ϕ	-0,706	-1281,57	≈ 0
	θ	0,738	1308,14	≈ 0
	ϖ_1	0,643	5337,84	≈ 0
	ϖ_2	-0,361	-4746,05	≈ 0
	ω	≈ 0	12,22	≈ 0
	φ	1	4790,42	≈ 0
	Π_1	≈ 0	0,50	0,616
	Π_2	≈ 0	4811,61	≈ 0
	μ	≈ 0	-0,0594	0,552
ARMAX(1,1,2) FGARCHX(0,1,2)	ϕ	-0,621	-2,091	0,037
	θ	0,594	1,951	0,051
	ϖ_1	0,641	12,499	0
	ϖ_2	-0,124	-0,852	0,394
	ω	≈ 0	493,564	≈ 0
	β	0,998	9557,563	≈ 0
	Π_1	≈ 0	≈ 0	1
	Π_2	≈ 0	≈ 0	1
	μ	≈ 0	-0,941	0,346
	ϕ	-0,724	-3,057	0,002
ARMAX(1,1,2) FGARCHX(1,1,2)	θ	0,672	2,624	0,009
	ϖ_1	0,550	12,596	≈ 0
	ϖ_2	-0,128	-1,088	0,277
	ω	≈ 0	87,485	≈ 0
	φ	0,099	23,549	≈ 0
	β	0,908	4865,398	≈ 0
	Π_1	0,001	0,945	0,345
	Π_2	0,003	1,759	0,078
	μ	≈ 0	-0,941	0,346
	ϕ	-0,724	-3,057	0,002

Tabel 4.39 menunjukkan bahwa dari model ARMAX-FGARCHX yang terbentuk dari model ARMAX terbaik tidak ada parameter yang signifikan. Untuk itu dilakukan pemodelan

kembali hingga semua parameter signifikan yang ditunjukkan pada Tabel 4.40.

Tabel 4.40 Pemodelan ulang ARMAX-FGARCHX *Return Perusahaan ISAT*

Model	Parameter	Estimasi	t value	p-value
ARMAX(1,0,[2])	μ	-0,0007	-4971,48	≈ 0
FGARCHX(1,0,0)	ϕ	0,612	7338,41	≈ 0

Tabel 4.40 Pemodelan ulang ARMAX-FGARCHX *Return Perusahaan ISAT*
(Lanjutan)

Model	Parameter	Estimasi	t value	p-value
ARMAX(1,0,[2])	ω_2	-0,782	-5374,07	≈ 0
FGARCHX(1,0,0)	ω	≈ 0	10,74	≈ 0
	ϕ	1	5364,04	≈ 0

Tabel 4.40 memberikan informasi mengenai model yang telah signifikan pada perusahaan ISAT adalah ARMAX(1,0,[2])-FGARCHX(1,0,0). Informasi tersebut dapat dilihat dari |t-value| yang lebih dari t-tabel yaitu 1,96 pada setiap parameter model. Model dapat dituliskan menjadi sebagai berikut :

$$\text{ARMAX} : R_t = -0,0007 + 0,614R_{t-1} - 0,780X_{2t} + a_t$$

$$\text{FGARCHX} : \hat{\sigma}_t^2 = 0,000001 + \sigma_{t-1}^2(|z_{t-1}|)^2$$

4.6.2 Penghitungan *Conditional Value at Risk* dengan Pendekatan ARMAX-FGARCHX

Penghitungan terhadap nilai risiko dan profit pada dasarnya tidak hanya dipengaruhi oleh kondisi saham perusahaan tersebut di masa lalu, namun juga diindikasikan adanya faktor eksogen antara lain IHSG dan/atau IDR/USD. Selain kedua faktor eksogen tersebut, juga terdapat faktor dari perusahaan pesaing, dalam penelitian ini, yang dianggap perusahaan pesaing dari satu perusahaan dengan perusahaan lainnya berdasarkan sub-sektor saham yang sama yaitu sub sektor telekomunikasi.

Perhitungan CVaR dilakukan terhadap masing-masing perusahaan sub-sektor komunikasi. Berikut adalah perhitungan estimasi CVaR pada masing-masing *window* yang ditampilkan dalam bentuk visual.

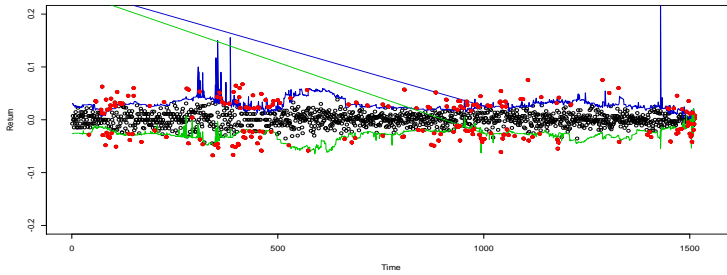
a. TLKM

Perhitungan estimasi CVaR risiko dan profit pada perusahaan TLKM melibatkan VaR perusahaan EXCL dan ISAT sebagai prediktornya dengan persamaan sebagai berikut :

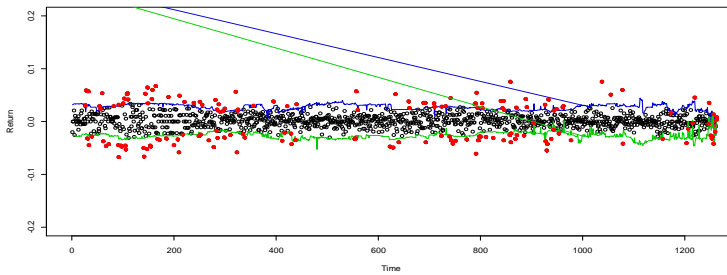
$$\text{Risiko : } CVaR_{TLKM} = -0,007 + 0,393VaR_{EXCL} - 0,033VaR_{ISAT}$$

$$\text{Profit : } CVaR_{TLKM} = 0,033 - 0,098VaR_{EXCL} + 0,026VaR_{ISAT}$$

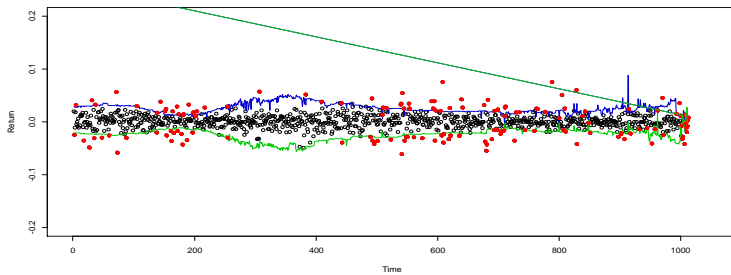
Adapun hasil visual dari perhitungannya dapat dilihat pada Gambar 4.20.



(a)



(b)



(c)

Gambar 4.20 Plot CVaR Risiko dan Profit Perusahaan TLKM dengan ARMAX-FGARCHX (a) 250 hari, (b) 375 hari, (c) 500

Terlihat pada Gambar 4.20 bahwa perhitungan estimasi CVaR profit dan risiko pada perusahaan TLKM berwarna biru dan berwarna hijau untuk masing-masing *window*. Pada *window* 375 terlihat pola profit dan risiko yang dihasilkan oleh metode CVaR lebih stabil daripada *window* yang lain. Hal tersebut mengindikasikan bahwa varians *return* antar periode kecil.

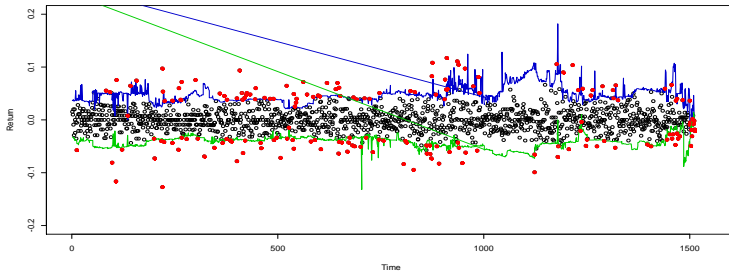
b. EXCL

Perhitungan estimasi CVaR risiko dan profit pada perusahaan EXCL melibatkan VaR perusahaan TLKM dan ISAT sebagai prediktornya dengan persamaan sebagai berikut :

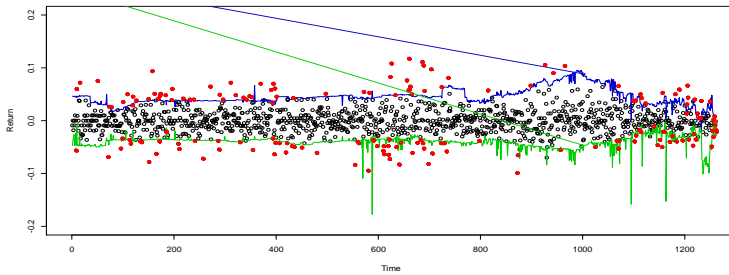
$$\text{Risiko : } CVaR_{EXCL} = 0,062 + 1,885VaR_{TLKM} + 0,088VaR_{ISAT}$$

$$\text{Profit : } CVaR_{EXCL} = 0,063 - 0,369VaR_{TLKM} + 0,031VaR_{ISAT}$$

Adapun hasil visual dari perhitungannya dapat dilihat pada Gambar 4.21.

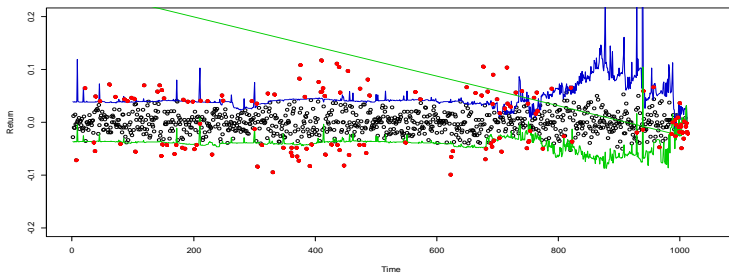


(a)



(b)

Gambar 4.21 Plot CVaR Risiko dan Profit Perusahaan EXCL dengan ARMAX-FGARCHX (a) 250 hari, (b) 375 hari, (c) 500

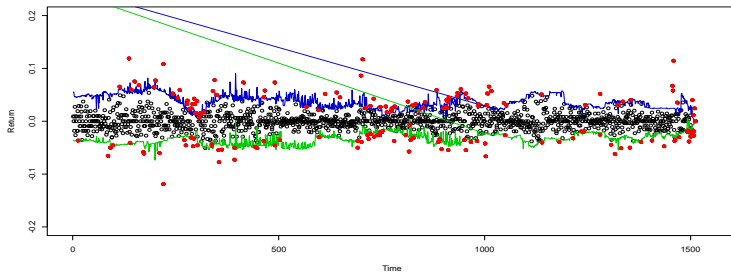


(c)

Gambar 4.21 Plot CVaR Risiko dan Profit Perusahaan EXCL dengan ARMAX-FGARCHX (a) 250 hari, (b) 375 hari, (c) 500 (Lanjutan)

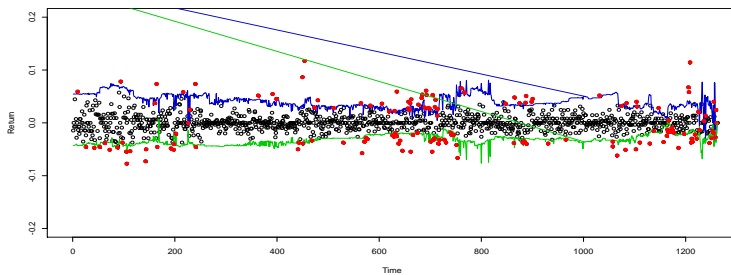
Gambar 4.21 menunjukkan perhitungan estimasi CVaR profit dan risiko pada perusahaan EXCL. Garis berwarna biru menunjukkan *return* positif dan berwarna hijau menunjukkan *return* negatif untuk masing-masing *window*. Terlihat pada masing-masing *window* bahwa pola garis profit maupun risiko berfluktuasi yang menunjukkan bahwa nilai CVaR tidak stabil karena varians yang sangat besar. Untuk itu, berdasarkan pendekatan ARMAX-FGARCHX tidak disarankan untuk memilih EXCL sebagai tempat menanamkan modal bagi investor.

c. ISAT

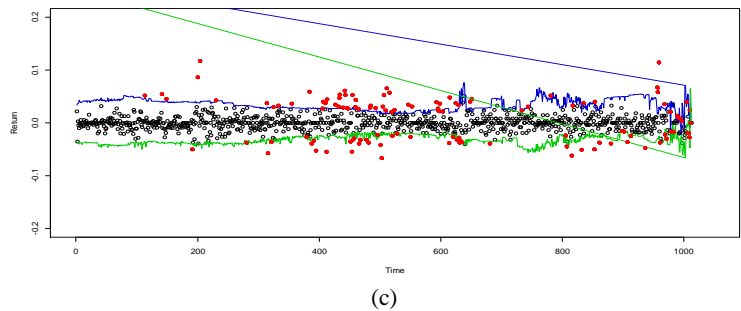


(a)

Gambar 4.22 Plot CVaR Risiko dan Profit Perusahaan ISAT dengan ARMAX-FGARCHX (a) 250 hari, (b) 375 hari, (c) 500



(b)



Gambar 4.22 Plot CVaR Risiko dan Profit Perusahaan ISAT dengan ARMAX-FGARCHX (a) 250 hari, (b) 375 hari, (c) 500 (Lanjutan)

Berikut adalah persamaan untuk mengestimasi nilai CVaR.

Gambar 4.22 menunjukkan perhitungan estimasi CVaR pada perusahaan ISAT dengan pendekatan ARMAX-FGARCHX yang diestimasi dengan persamaan sebagai berikut :

Risiko : $CVaR_{ISAT} = 0,055 + 1,154VaR_{TLKM} + 0,516VaR_{EXCL}$

Profit : $CVaR_{ISAT} = -0,049 + 1,211VaR_{TLKM} + 0,369VaR_{EXCL}$

Dapat dilihat bahwa warna hijau menunjukkan estimasi risiko dari perusahaan ISAT, dan warna biru merupakan estimasi profit dari perusahaan ISAT. Gambar dari semua *window* menyatakan bahwa *window* 500 terlihat lebih stabil daripada *window* lainnya meskipun terlihat berfluktuasi.

Selanjutnya, dilakukan perhitungan estimasi perhitungan CVaR setiap *window* yang disajikan pada Tabel 4.41. Perhitungan estimasi CVaR pada masing-masing perusahaan menggunakan pendekatan ARMAX-FGARCHX dengan kuantil 5%.

Tabel 4.41 Estimasi Nilai CVaR dengan Pendekatan ARMAX-GARCHX							
Window		250		375		500	
Ukuran		Mean	Varians	Mean	Varians	Mean	Varians
TLKM	Risiko	-	0,00012	-	0,00004	-	0,00012
	Profit	0,028	0,00018	0,027	0,00004	0,026	0,00009
EXCL	Risiko	-	0,00013	-	0,00015	-	0,00021
	Profit	0,042		0,039		0,041	

	Profit	0,048	0,00029	0,045	0,00027	0,047	0,00078
ISAT	Risiko	-	0,00010	-	0,00009	-	0,00009
	Profit	0,033	0,00017	0,032	0,00020	0,032	0,00014

Perhitungan tingkat risiko dan profit yang dilakukan dengan tingkat keyakinan 95% tersaji pada Tabel 4.41 dapat memberikan informasi kepada investor. Jika investor memberikan modalnya sebesar Rp. 1 Miliar pada perusahaan TLKM dalam jangka waktu satu setengah tahun, maka kemungkinan rugi maksimum yang diderita investor adalah sebesar Rp. 27 Juta, atau investor dapat mengalami keuntungan sebesar Rp. 27 Juta. Jika investor menanamkan modalnya perusahaan EXCL sebesar Rp. 1 Miliar dalam jangka waktu satu setengah tahun, maka kerugian maksimum yang dapat diperoleh oleh investor sebesar Rp. 39 Juta, atau mendapatkan keuntungan maksimum sebesar Rp. 45 Juta. Selanjutnya, jika investor menginvestasikan modal dalam besaran dan jangka waktu yang sama pada perusahaan ISAT, kerugian maksimum yang dapat diterima investor sebesar Rp. 32 Juta, atau mendapatkan keuntungan sebesar sebesar Rp. 39 Juta.

Berdasarkan pernyataan sebelumnya, maka dapat diketahui bahwa risiko dari perusahaan TLKM sama dengan profitnya. Berkebalikan dengan perusahaan EXCL dan ISAT yang profitnya lebih besar dari risikonya.

4.7 Pemodelan ARMAX-CGARCHX pada *Return* Saham Perusahaan Sub Sektor Telekomunikasi

Analisis CVaR yang dilakukan pada sub bab ini adalah dengan menggunakan pendekatan ARMAX untuk pendekatan parameter *mean* dan CGARCHX untuk parameter varians untuk metode VaR. Model ARMAX yang digunakan sama dengan sub bab sebelumnya, sehingga langkah yang akan dilakukan untuk mendapatkan nilai CVaR adalah sebagai berikut :

4.7.1 Estimasi dan Pengujian Parameter Model ARMAX-CGARCHX

Estimasi dan pengujian parameter model ARMAX-CGARCHX bertujuan untuk mengetahui parameter yang

signifikan yang digunakan untuk menduga nilai VaR. Sub bab ini menggunakan prinsip *parsimony* model.

4.7.1.1 Perusahaan TLKM

Model ARMAX terpilih pada perusahaan TLKM adalah ARMAX(1,0,2) yang kemudian digabungkan dengan model dugaan CGARCHX yang disajikan pada Tabel 4.42.

Tabel 4.42 Estimasi dan Uji Signifikansi Model ARMAX-CGARCHX
Perusahaan TLKM

Model	Parameter	Estimasi	t value	p-value
ARMAX(1,0,2) CGARCHX(1,02)	μ	≈ 0	-0,009	0,993
	ϕ	-0,104	-4,061	≈ 0
	ϖ_1	0,967	27,811	≈ 0
	ϖ_2	0,284	3,218	0,001
	ω	≈ 0	8,454	≈ 0
	φ	0,188	5,116	≈ 0
	η_1	0,978	36895,00	≈ 0
	η_2	0,057	5,7751	≈ 0
	π_1	≈ 0	0,218	0,828
	π_2	≈ 0	≈ 0	1
ARMAX(1,0,2) CGARCHX(0,1,2)	μ	≈ 0	0,171	0,865
	θ	-0,111	-4,495	≈ 0
	ϖ_1	0,958	27,683	≈ 0
	ϖ_2	0,283	3,308	≈ 0
	ω	≈ 0	4,277	≈ 0
	β	0,616	1,357	0,175

Tabel 4.42 Estimasi dan Uji Signifikansi Model ARMAX-CGARCHX
Perusahaan TLKM (Lanjutan)

Model	Parameter	Estimasi	t value	p-value
ARMAX(1,0,2) CGARCHX(0,1,2)	η_1	0,913	38,228	≈ 0
	η_2	0,157	6,364	≈ 0
	π_1	≈ 0	0,545	0,586
	π_2	≈ 0	≈ 0	1
ARMAX(1,0,2) CGARCHX(1,1,2)	μ	≈ 0	0,184	0,854
	ϕ	-0,108	-4,324	≈ 0
	ϖ_1	0,959	27,046	≈ 0
	ϖ_2	0,274	3,148	0,002
	ω	≈ 0	3,737	≈ 0
	φ	0,152	3,063	0,002
	β	0,666	8,518	≈ 0
	η_1	0,980	20760,87	≈ 0

η_2	0,025	1,295	0,195
π_1	≈ 0	0,733	0,464
π_2	≈ 0		1
\approx			
0			

Berdasarkan Tabel 4.42 diketahui tidak ada model ARMAX-CGARCHX yang memiliki keseluruhan parameter yang signifikan, sehingga diperlukan pemodelan ulang hingga seluruh parameter yang dibutuhkan signifikan yang ditunjukkan pada Tabel 4.43.

Tabel 4.43 Pemodelan Ulang ARMAX-CGARCHX *Return* Perusahaan TLKM

Model	Parameter	Estimasi	t value	p-value
ARMAX(0,2,2) CGARCHX(1,1,0)	θ_1	-0,136	-5,448	≈ 0
	θ_2	-0,139	-5,462	≈ 0
	ω_1	0,945	27,329	≈ 0
	ω_2	0,272	3,301	≈ 0
	ω	≈ 0	13,079	≈ 0
	φ	0,165	6,022	≈ 0
	β	0,620	7,074	≈ 0
	η_1	0,977	4106,42	≈ 0
	η_2	0,030	7,873	≈ 0

Tabel 4.43 menunjukkan semua parameter dari pemodelan ulang ARMAX-CGARCHX untuk mengestimasi nilai VaR telah signifikan, sehingga Berdasarkan Tabel 4.43 didapatkan model sebagai berikut :

ARMAX : $R_t = 0,945X_{1t} + 0,272X_{2t} + a_t + 0,136a_{t-1} + 0,139a_{t-2}$

CGARCHX : $\hat{\sigma}_t^2 = \hat{q}_t + 0,165(a_{t-1}^2 - q_{t-1}) + 0,620(\sigma_{t-1}^2 - q_{t-1})$

dengan $\hat{q}_t = 0,000028 + 0,977q_{t-1} + 0,030(a_{t-1}^2 - \sigma_{t-1}^2)$

4.7.1.2 Perusahaan EXCL

Model ARMAX terpilih untuk mengestimasi model perusahaan EXCL adalah ARMAX(1,0,2) yang kemudian digabungkan dengan model dugaan CGARCHX yang disajikan pada Tabel 4.44.

Tabel 4.44 Estimasi dan Uji Signifikansi Model ARMAX-CGARCHX
Perusahaan EXCL

Model	Parameter	Estimasi	t value	p-value
-------	-----------	----------	---------	---------

ARMAX(1,0,2) CGARCHX(1,0,2)	μ	≈ 0	-3177,30	≈ 0
	ϕ	-0,055	-3108,50	≈ 0
	ω_1	0,786	3195,30	≈ 0
	ω_2	-0,243	-3125,60	≈ 0
	ω	≈ 0	57,49	≈ 0
	φ	0,213	3223,60	≈ 0
	η_1	0,986	2158,70	≈ 0
	η_2	≈ 0	0,03	0,974
	π_1	≈ 0	≈ 0	1
	π_2	0,002	3229,90	≈ 0
ARMAX(1,0,2) CGARCHX(0,1,2)	μ	≈ 0	-3239,1	≈ 0
	ϕ	-0,055	-2968,8	≈ 0
	ω_1	0,820	2968,8	≈ 0
	ω_2	-0,187	-3239,1	≈ 0
	ω	≈ 0	3231,9	≈ 0
	β	0,990	2811,7	≈ 0
	η_1	0,943	3120,0	≈ 0
	η_2	0,027	3239,4	≈ 0
	π_1	≈ 0	≈ 0	1
	π_2	≈ 0	3239,1	≈ 0
ARMAX(1,0,2) CGARCHX(1,1,2)	μ	≈ 0	-3101,50	≈ 0
	ϕ	-0,034	-3108,20	≈ 0
	ω_1	0,825	3225,90	≈ 0
	ω_2	-0,164	-2887,80	≈ 0
	ω	≈ 0	99,12	≈ 0
	φ	0,111	3151,60	≈ 0
	β	0,611	2648,20	≈ 0

Tabel 4.44 Estimasi dan Uji Signifikansi Model ARMAX-CGARCHX
Perusahaan EXCL (Lanjutan)

Model	Parameter	Estimasi	t value	p-value
ARMAX(1,0,2)	η_1	0,981	2911,30	≈ 0
	η_2	≈ 0	0,03	0,975
CGARCHX(1,1,2)	π_1	≈ 0	≈ 0	1
	π_2	0,002	292,56	≈ 0

Tabel 4.44 menunjukkan bahwa tidak semua parameter model ARMAX-CGARCHX telah signifikan, seperti parameter η_2 pada model ARMAX(1,0,2)-CGARCHX(1,0,2) dan ARMAX(1,0,2)-CGARCHX(1,1,2), serta parameter X_1 pada

model ARMAX(1,0,2) dan model kombinasi CGARCHX(1,0,2), CGARCHX(0,1,2), dan CGARCHX(1,1,2). Untuk itu perlu dilakukan pemodelan ulang perusahaan EXCL. Hasil pemodelan ulang dapat dilihat pada Tabel 4.45.

Tabel 4.45 Pemodelan ulang ARMAX-CGARCHX *Return* Perusahaan EXCL

Model	Parameter	Estimasi	t value	p-value
ARMAX(0,1,0) CGARCHX(1,0,[2])	μ	-0,001	-3393,04	≈ 0
	θ	-0,008	-3393,03	≈ 0
	ω	≈ 0	3376,61	≈ 0
	φ	0,274	3386,64	≈ 0
	η_1	0,973	3150,51	≈ 0
	η_2	≈ 0	3392,80	≈ 0
	π_2	≈ 0	6,90	≈ 0

Tabel 4.45 menunjukkan bahwa semua parameter pada model hasil pemodelan ulang ARMAX-CGARCHX untuk mengestimasi nilai VaR telah signifikan, sehingga Berdasarkan Tabel 4.45 didapatkan model sebagai berikut :

$$\text{ARMAX : } R_t = 0,002 + a_t + 0,008a_{t-1}$$

$$\text{CGARCHX : } \hat{\sigma}_t^2 = \hat{q}_t + 0,274(a_{t-1}^2 - q_{t-1}) + 0,00001X_{2t}^2$$

$$\text{dengan } \hat{q}_t = 0,000001 + 0,973q_{t-1} + 0,000001(a_{t-1}^2 - \sigma_{t-1}^2)$$

4.7.1.3 Perusahaan ISAT

Model ARMAX terbaik untuk memodelkan perusahaan ISAT adalah ARMAX(1,1,2) yang kemudian digabungkan dengan model dugaan variasi GARCHX yaitu CGARCHX yang disajikan pada Tabel 4.51.

Tabel 4.46 Estimasi dan Uji Signifikansi Model ARMAX-CGARCHX
Perusahaan ISAT

Model	Parameter	Estimasi	t value	p-value
ARMAX(1,1,2) CGARCHX(1,0,2)	μ	≈ 0	-1,017	0,309
	ϕ	-0,525	-1,636	0,102
	θ	0,457	1,362	0,173
	ω_1	0,555	12,623	≈ 0
	ω_2	-0,166	-1,389	0,165
	ω	≈ 0	6,705	≈ 0
	φ	0,046	9,439	≈ 0
	η_1	0,996	899,408	≈ 0
	η_2	0,086	16,622	≈ 0

ARMAX(1,1,2) CGARCHX(0,1,2)	π_1	≈ 0	0,499	0,617
	π_2	0,002	1,169	0,242
	μ	≈ 0	-1,022	0,307
	ϕ	-0,707	-2,915	0,004
	θ	0,653	2,495	0,013
	ϖ_1	0,551	12,536	≈ 0
	ϖ_2	-0,122	-1,053	0,293
	ω	≈ 0	2,349	0,019
	β	1	8134,229	≈ 0
	η_1	0,996	106791,082	≈ 0
	η_2	0,088	10,138	≈ 0
	π_1	0,001	2,093	0,036
	π_2	0,003	8,273	≈ 0
	μ	≈ 0	-0,891	0,373
	ϕ	-0,702	-2,836	0,005
	θ	0,653	2,473	0,013
	ϖ_1	0,560	14,170	≈ 0
	ϖ_2	-0,139	-3,437	0,001
	ω	≈ 0	210,610	≈ 0
	φ	0,056	10257,000	≈ 0
	β	0,952	5787,500	≈ 0
	η_1	0,998	475090,000	≈ 0
	η_2	0,044	66,149	≈ 0
	π_1	≈ 0	≈ 0	1
	π_2	0,002	12,075	≈ 0

Tabel 4.46 menunjukkan bahwa dari model ARMAX-CGARCHX yang terbentuk menunjukkan tidak ada parameter yang signifikan. Untuk itu dilakukan pemodelan kembali hingga semua parameter signifikan yang ditunjukkan pada Tabel 4.47.

Tabel 4.47 Pemodelan ulang ARMAX-CGARCHX *Return* Perusahaan ISAT

Model	Parameter	Estimasi	t value	p-value
ARMAX(0,1,1) CGARCHX(0,1,[2])	θ	-0,069	-2,699	0,007
	ϖ_1	0,578	14,733	≈ 0
	ω	≈ 0	2,559	0,011
	β	1	8012,143	≈ 0
	η_1	0,996	14654,035	≈ 0
	η_2	0,084	10,161	≈ 0
	π_2	0,002	6,843	≈ 0

Tabel 4.47 memberikan informasi mengenai model yang telah signifikan pada perusahaan ISAT adalah ARMAX(0,1,1)-GARCHX(0,1,[2]). Informasi tersebut dapat dilihat dari $|t\text{-value}|$ yang lebih dari t -tabel yaitu 1,96 pada setiap parameter model. Model dapat dituliskan menjadi sebagai berikut :

$$\text{ARMAX} : R_t = 0,578X_{1t} + a_t + 0,069a_{t-1}$$

$$\text{CGARCHX} : \hat{\sigma}_t^2 = \hat{q}_t + (\sigma_{t-1}^2 - q_{t-1}) + 0,002X_{2t}^2$$

$$\text{dengan } \hat{q}_t = 0,000001 + 0,996q_{t-1} + 0,084(a_{t-1}^2 - \sigma_{t-1}^2)$$

4.7.2 Penghitungan *Conditional Value at Risk* dengan Pendekatan ARMAX-CGARCHX

Penghitungan terhadap nilai risiko dan profit pada dasarnya tidak hanya dipengaruhi oleh kondisi saham perusahaan tersebut di masa lalu, namun dugaan adanya faktor eksogen antara lain IHSG dan/atau IDR/USD. Selain kedua faktor eksogen tersebut, juga terdapat faktor dari perusahaan pesaing, dalam penelitian ini, yang dianggap perusahaan pesaing yaitu perusahaan dari satu perusahaan dengan perusahaan lainnya berdasarkan sub-sektor saham yang sama yaitu sub sektor telekomunikasi.

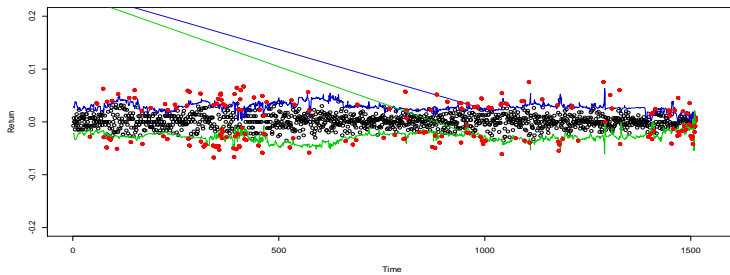
Perhitungan CVaR dilakukan terhadap masing-masing perusahaan sub-sektor komunikasi. Berikut adalah perhitungan estimasi CVaR pada masing-masing *window* yang ditampilkan dalam bentuk visual.

a. TLKM

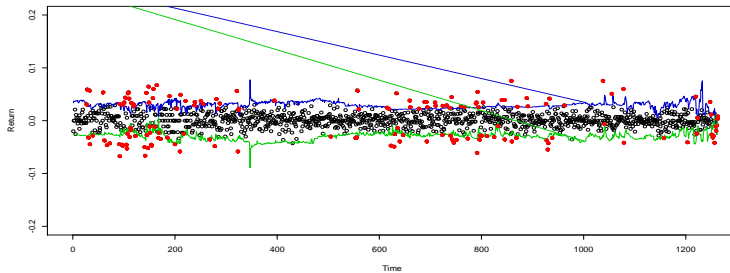
Berikut adalah persamaan untuk mengestimasi nilai CVaR.

$$\text{Risiko} : CVaR_{TLKM} = -0,028 + 0,063VaR_{EXCL} - 0,047VaR_{ISAT}$$

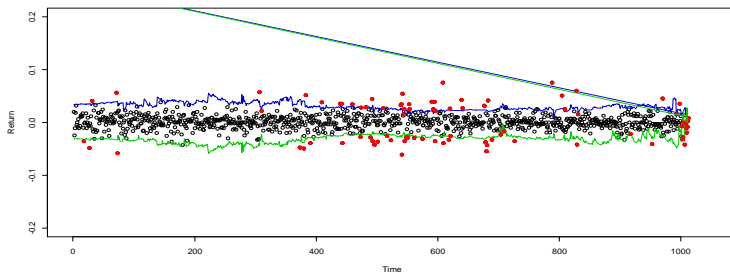
$$\text{Profit} : CVaR_{TLKM} = 0,026 - 0,087VaR_{EXCL} + 0,155VaR_{ISAT}$$



(a)



(b)



(c)

Gambar 4.23 Plot CVaR Risiko dan Profit Perusahaan TLKM dengan ARMAX-CGARCHX (a) 250 hari, (b) 375 hari, (c) 500

Terlihat pada Gambar 4.23 bahwa perhitungan estimasi CVaR profit dan risiko pada perusahaan TLKM berwarna biru dan berwarna hijau untuk masing-masing *window*. Perhitungan estimasi

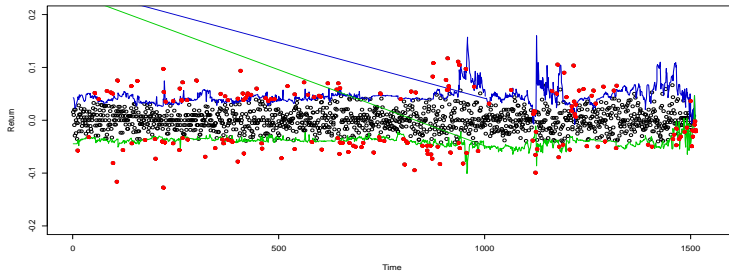
CVaR pada perusahaan TLKM melibatkan nilai VaR kedua perusahaan sub-sektor telekomunikasi yang lain yaitu EXCL dan ISAT sebagai prediktor. Terlihat pada Gambar 4.23 menunjukkan bahwa pada *window* 500 garis estimasi risiko dan profit memiliki pola stabil.

b. EXCL

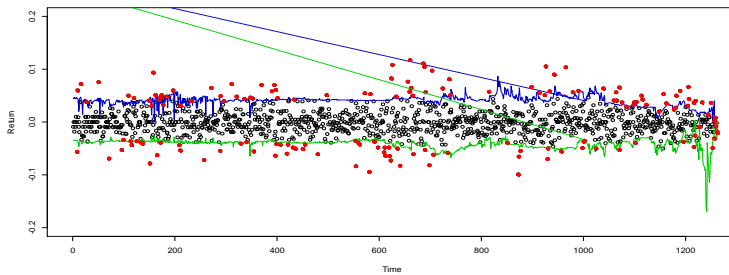
Perhitungan estimasi CVaR risiko dan profit pada perusahaan EXCL memiliki persamaan sebagai berikut :

$$\text{Risiko : } CVaR_{EXCL} = -0,030 + 0,276VaR_{TLKM} + 0,085VaR_{ISAT}$$

$$\text{Profit : } CVaR_{EXCL} = 0,039 - 0,0001VaR_{TLKM} + 0,159VaR_{ISAT}$$

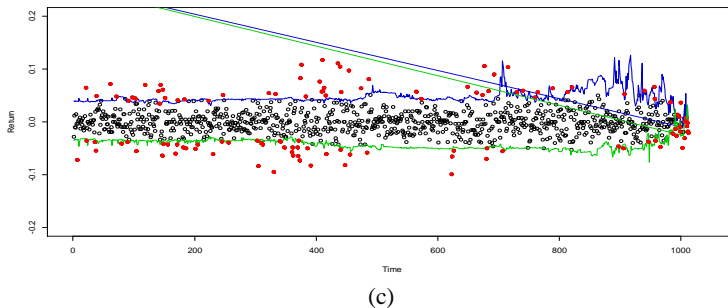


(a)



(b)

Gambar 4.24 Plot CVaR Risiko dan Profit Perusahaan EXCL dengan ARMAX-CGARCHX (a) 250 hari, (b) 375 hari, (c) 500



Gambar 4.24 Plot CVaR Risiko dan Profit Perusahaan EXCL dengan ARMAX-CGARCHX (a) 250 hari, (b) 375 hari, (c) 500 (Lanjutan)

Gambar 4.24 berikut menunjukkan nilai perhitungan risiko dan profit dari perusahaan EXCL, yang mana warna biru pada plot menunjukkan nilai profit perusahaan tersebut, sedangkan warna hijau menunjukkan nilai risiko dari perusahaannya. Berdasarkan Gambar 4.24 dapat diketahui bahwa pola dari estimasi nilai CVaR pada semua *window* terlihat tidak stabil atau mengalami fluktuasi yang tinggi. Hal tersebut diduga bahwa terdapat varians *return* yang tinggi, sehingga tidak disarankan kepada investor untuk menanamkan modalnya pada perusahaan EXCL. saran tersebut berdasarkan analisis nilai CVaR dengan pendekatan ARMAX-CGARCHX.

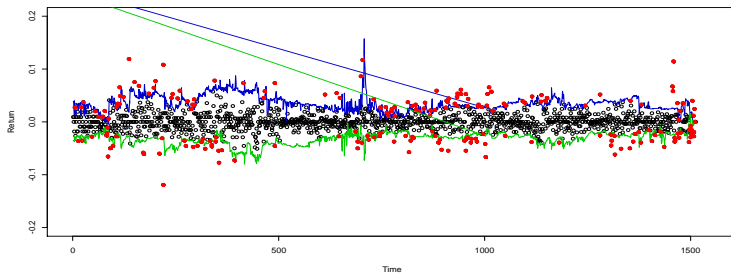
c. ISAT

Perhitungan estimasi CVaR risiko dan profit pada perusahaan ISAT melibatkan VaR perusahaan TLKM dan EXCL sebagai prediktornya dengan persamaan sebagai berikut :

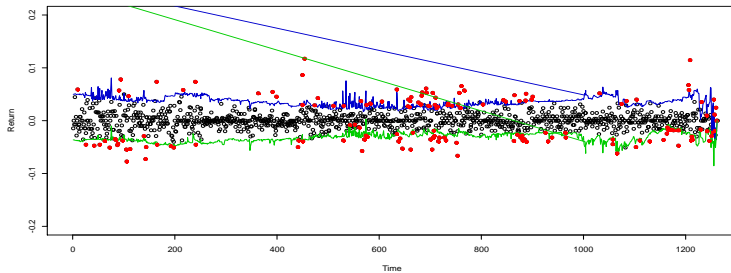
$$\text{Risiko : } CVaR_{ISAT} = -0,021 + 0,206VaR_{TLKM} + 0180VaR_{EXCL}$$

$$\text{Profit : } CVaR_{ISAT} = -0,007 + 0,346VaR_{TLKM} + 0,843VaR_{EXCL}$$

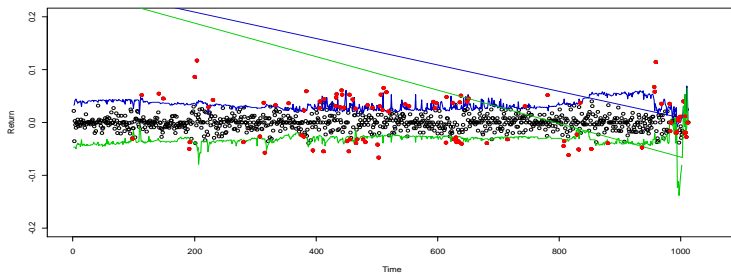
Adapun hasil visual dari perhitungannya dapat dilihat pada Gambar 4.25.



(a)



(b)



(c)

Gambar 4.25 Plot CVaR Risiko dan Profit Perusahaan ISAT dengan ARMAX-GARCHX (a) 250 hari, (b) 375 hari, (c) 500

Gambar 4.25 menunjukkan perhitungan estimasi CVaR pada perusahaan ISAT dengan pendekatan ARMAX-GARCHX. Dapat dilihat bahwa warna hijau menunjukkan estimasi risiko dari

perusahaan ISAT, dan warna biru merupakan estimasi profit dari perusahaan ISAT. Perhitungan estimasi CVaR pada ISAT melibatkan perusahaan TLKM dan EXCL sebagai prediktornya. Terlihat pada Gambar 4.25 bahwa semua *window* yang dijadikan skenario tidak ada yang stabil. Menurut hasil analisis visual tersebut maka dapat disarankan kepada investor bahwa tidak baik jika berinvestasi pada perusahaan ISAT.

Selanjutnya, dilakukan perhitungan estimasi nilai CVaR setiap *window* yang disajikan pada Tabel 4.55. Perhitungan estimasi CVaR pada masing-masing perusahaan menggunakan pendekatan ARMAX-GARCHX dengan kuantil 5%.

Tabel 4.48 Estimasi Nilai CVaR dengan Pendekatan ARMAX-CGARCHX

Window		250		375		500	
Ukuran		<i>Mean</i>	Varians	<i>Mean</i>	Varians	<i>Mean</i>	Varians
TLKM	Risiko	-	0,00008	-	0,00006	-	0,00008
	Profit	0,028	0,00007	0,029	0,00005	0,031	0,00006
EXCL	Risiko	-	0,00008	-	0,00011	-	0,00011
	Profit	0,039	0,00026	0,041	0,00010	0,042	0,00020
ISAT	Risiko	-	0,00013	-	0,00008	-	0,00013
	Profit	0,031	0,00022	0,032	0,00011	0,032	0,00011

Perhitungan tingkat risiko dan profit yang dilakukan dengan tingkat keyakinan 95% tersaji pada Tabel 4.48 dapat memberikan informasi kepada investor. Jika investor memberikan modalnya sebesar Rp. 1 Miliar pada perusahaan TLKM dalam jangka waktu satu setengah tahun, maka kemungkinan rugi maksimum yang diderita investor adalah sebesar Rp. 29 Juta, atau investor dapat mengalami keuntungan sebesar Rp. 29 Juta. Jika investor menanamkan modalnya perusahaan EXCL sebesar Rp. 1 Miliar dalam jangka waktu satu setengah tahun, maka kerugian maksimum yang dapat diperoleh oleh investor sebesar Rp. 41 Juta, atau mendapatkan keuntungan maksimum sebesar Rp. 40 Juta. Selanjutnya, jika investor menginvestasikan modal dalam besaran dan jangka waktu yang sama pada perusahaan ISAT, kerugian

maksimum yang dapat diterima investor sebesar Rp. 32 Juta, atau mendapatkan keuntungan sebesar sebesar Rp. 35 Juta.

Berdasarkan pernyataan sebelumnya, maka dapat diketahui bahwa risiko dari perusahaan EXCL lebih besar daripada profitnya, sedangkan perusahaan TLKM memiliki nilai risiko yang sama dengan profitnya, namun ISAT yang profitnya lebih besar dari risikonya.

4.8 Perbandingan Keakuratan Estimasi Risiko dengan Menggunakan *Expected Shortfall* (ES) dan *Duration Test*

Untuk melihat apakah metode yang digunakan untuk mengestimasi risiko dari suatu saham telah akurat atau tidak, maka digunakanlah *Backtesting*. Pada *Backtesting* terdapat dua metode pengujian yaitu *expected shortfall* (ES) dan *duration test*.

4.8.1 *Expected Shortfall Test*

Kebaikan model CVaR yang telah diestimasi menggunakan ARMAX dan variasi GARCHX dengan menambahkan variabel eksogen IHSG dan IDR/USD diuji menggunakan *expected shortfall test*. Tes tersebut dapat menunjukkan kebaikan model CVaR dengan melihat selisih risiko dan profit. Berikut adalah hasil *expected shortfall test* pada saham sub sektor telekomunikasi.

a. TLKM

Nilai *expected shortfall* dari CVaR pada perusahaan TLKM yang didekati oleh ARMAX dan variasi GARCHX disajikan oleh Tabel 4.49.

Tabel 4.49 Hasil *Expected Shortfall* perusahaan TLKM

Model	Win	Risiko CVaR	ES CVaR	Profit CVaR	ES CVaR
ARMAX-GARCHX	250	88	5,82%	88	5,82%
	375	72	5,70%	66	5,23%
	500	47	4,64%	41	4,05%
ARMAX-EGACRHX	250	91	6,02%	93	6,15%
	375	68	5,38%	71	5,62%
	500	47	4,64%	51	4,04%
ARMAX-GJRGARCHX	250	87	5,75%	84	5,55%
	375	96	7,60%	72	5,70%
	500	53	5,23%	42	4,15%

Tabel 4.49 Hasil *Expected Shortfall* perusahaan TLKM (Lanjutan)

Model	Win	Risiko CVaR	ES CVaR	Profit CVaR	ES CVaR
ARMAX-APARCHX	250	98	6,48%	80	5,29%
	375	79	6,25%	84	6,65%
	500	70	6,91%	43	4,24%
ARMAX-FGARCHX	250	108	7,14%	108	7,14%
	375	85	6,73%	79	6,26%
	500	73	7,21%	70	6,91%
ARMAX-CGARCHX	250	102	6,74%	86	5,68%
	375	78	6,18%	76	6,02%
	500	43	4,25%	38	3,75%

Berdasarkan nilai *Expected Shortfall* (ES) pada Tabel 4.49 dapat diketahui bahwa estimasi nilai CVaR risiko terbaik adalah dengan menggunakan pendekatan ARMAX-GJRGARCHX untuk *window* 250 dan 500, serta dengan menggunakan pendekatan ARMAX-EGARCHX untuk *window* 375. Untuk estimasi nilai CVaR profit terbaik adalah dengan menggunakan pendekatan ARMAX-APARCHX untuk *window* 250 dan 500, serta dengan menggunakan pendekatan ARMAX-GARCHX untuk *window* 375.

b. EXCL

Nilai *expected shortfall* perusahaan EXCL yang didekati oleh ARMAX dan variasi GARCHX disajikan pada Tabel 4.50.

Tabel 4.50 Hasil *Expected Shortfall* Perusahaan EXCL

Model	Win	Risiko CVaR	ES CVaR	Profit CVaR	ES CVaR
ARMAX-GARCHX	250	85	5,62%	81	5,35%
	375	70	5,54%	68	5,38%
	500	57	5,63%	55	5,43%
ARMAX-EGACRHX	250	82	5,42%	82	5,42%
	375	79	6,26%	70	5,54%
	500	60	5,92%	56	5,53%
ARMAX-GJRGARCHX	250	91	6,02%	93	6,15%
	375	78	6,18%	96	7,60%
	500	59	5,82%	53	5,23%

Tabel 4.50 Hasil *Expected Shortfall* perusahaan EXCL (Lanjutan)

Model	Win	Risiko CVaR	ES CVaR	Profit CVaR	ES CVaR
ARMAX-APARCHX	250	110	7,27%	113	7,47%
	375	95	7,52%	89	7,05%
	500	63	6,22%	62	6,12%
ARMAX-FGARCHX	250	95	6,28%	88	5,82%
	375	88	6,97%	86	6,81%
	500	74	7,31%	73	7,21%
ARMAX-CGARCHX	250	94	6,21%	87	5,75%
	375	71	5,62%	93	7,36%
	500	63	6,22%	60	5,92%

Tabel 4.50 menunjukkan bahwa pendekatan model ARMAX dan variasi GARCHX terbaik untuk menduga nilai CVaR perusahaan EXCL pada kuantil 5% *window* 250 adalah ARMAX-EGARCHX, kuantil 95% adalah ARMAX-GARCHX, untuk *window* 375 pendekatan model terbaik adalah dengan menggunakan ARMAX-GARCHX. Pada *window* 500 pendekatan model CVaR risiko pada perusahaan EXCL dan CVaR profit perusahaan EXCL berbeda. Pada CVaR risiko, pendekatan terbaiknya adalah ARMAX-GARCHX, sedangkan pada CVaR profit, pendekatan terbaiknya adalah ARMAX-GJRGARCHX.

c. ISAT

Tabel 4.51 berikut akan menyajikan nilai *expected shortfall* dari CVaR perusahaan ISAT dengan pendekatan ARMAX dan variasi GARCHX.

Tabel 4.51 Hasil *Expected Shortfall* Perusahaan ISAT

Model	Win	Risiko CVaR	ES CVaR	Profit CVaR	ES CVaR
ARMAX-GARCHX	250	89	5,88%	69	4,54%
	375	76	6,02%	59	4,67%
	500	43	4,26%	56	5,53%
ARMAX-EGACRHX	250	87	5,75%	82	5,42%
	375	68	5,38%	69	5,46%
	500	46	4,54%	60	5,92%
ARMAX-GJRGARCHX	250	103	6,81%	71	4,69%
	375	77	6,09%	62	5,91%
	500	46	4,54%	40	3,95%

Tabel 4.51 Hasil *Expected Shortfall* perusahaan ISAT (Lanjutan)

Model	Win	Risiko CVaR	ES CVaR	Profit CVaR	ES CVaR
ARMAX-APARCHX	250	90	5,95%	80	5,29%
	375	74	5,86%	67	5,31%
	500	58	5,73%	63	6,22%
ARMAX-FGARCHX	250	85	5,62%	87	5,75%
	375	90	7,13%	65	5,15%
	500	53	5,23%	67	6,61%
ARMAX-CGARCHX	250	103	6,81%	104	6,88%
	375	86	6,81%	72	5,70%
	500	46	4,54%	56	5,53%

Model terbaik yang digunakan untuk mengestimasi nilai CVaR pada perusahaan ISAT diukur menggunakan *expected shortfall* (ES) yang disajikan Tabel 4.51. Tabel tersebut memberikan informasi bahwa estimasi nilai CVaR pada tiap kuantil menghasilkan pendekatan model terbaik yang berbeda-beda. ARMAX-GARCHX merupakan pendekatan model terbaik untuk *window* 500 pada kuantil 95%, ARMAX-EGARCHX menjadi model terbaik untuk *window* 375 pada kuantil 5%, model ARMAX-APARCHX menjadi model terbaik untuk *window* 250 kuantil 95%, sedangkan model ARMAX-FGARCHX merupakan model pendekatan terbaik untuk mengestimasi CVaR pada *window* 250 dan 500 untuk kuantil 5%, dan pada *window* 375 untuk kuantil 95%.

4.8.2 Duration Test

Duration test digunakan untuk mengetahui apakah model CVaR bersifat *memory less*, karena apabila suatu model tidak bersifat *memory less*, maka akan terjadi suatu masalah, sebab risiko pada waktu ke- t dipengaruhi oleh risiko ke $t-1$ yang seharusnya periode antar risiko bersifat independen.

a. TLKM

Berikut akan dilakukan perhitungan *duration test* pada model CVaR perusahaan TLKM dengan pendekatan ARMAX dan variasi GARCHX pada setiap *window*. Penentuan apakah CVaR hasil pendekatan masing-masing model dilakukan berdasarkan nilai CVaR profit atau kuantil 95% dan nilai CVaR risiko atau

kuantil 5%. Tabel 4.52 berikut merupakan hasil perhitungan *duration test* risiko.

Tabel 4.52 Hasil *Duration Test* Perusahaan TLKM

Model	Win	Risiko		Profit	
		LR	Keputusan	LR	Keputusan
ARMAX-GARCHX	250	0,0281	Tolak H0	0,0097	Tolak H0
	375	0,5255	Gagal Tolak H0	0,1018	Gagal Tolak H0
	500	0,0773	Gagal Tolak H0	0,9280	Gagal Tolak H0
ARMAX-EGARCHX	250	0,0130	Tolak H0	0,0268	Tolak H0
	375	0,1131	Gagal Tolak H0	0,1829	Gagal Tolak H0
	500	0,8372	Gagal Tolak H0	0,7578	Gagal Tolak H0
ARMAX-GJRGARCHX	250	0,0001	Tolak H0	0	Tolak H0
	375	0,0173	Tolak H0	0,1905	Gagal Tolak H0
	500	0,0962	Gagal Tolak H0	0,9859	Gagal Tolak H0
ARMAX-APARCHX	250	0	Tolak H0	0,0221	Tolak H0
	375	0,0007	Tolak H0	0,0142	Tolak H0
	500	0,9203	Gagal Tolak H0	0,9037	Gagal Tolak H0
ARMAX-FGARCHX	250	0	Tolak H0	0	Tolak H0
	375	0,0023	Tolak H0	0,0806	Gagal Tolak H0
	500	0,6953	Gagal Tolak H0	0,8462	Gagal Tolak H0
	250	0,0070	Tolak H0	0,0006	Tolak H0

ARMAX- CGARCHX	375	0,1924	Gagal tolak H0	0,0115	Tolak H0
	500	0,0368	Tolak H0	0,3405	Gagal Tolak H0

Keterangan : LR=Likelihood Ratio

Berdasarkan Tabel 4.52 dapat diketahui bahwa pada pendekatan model ARMAX-GARCHX *window* yang bersifat *memoryless* adalah *window* 375 dan 500 baik untuk estimasi nilai CVaR risiko maupun profit. Untuk pendekatan dengan model ARMAX-EGARCHX memiliki keputusan yang sama dengan pendekatan ARMAX-GARCHX. Metode CVaR dengan pendekatan model ARMAX-GJRGARCHX memberikan keputusan yang berbeda, pendekatan model yang menghasilkan nilai CVaR yang *memory less* yaitu *window* 500 pada nilai CVaR risiko, serta *window* 375 dan 500 pada nilai CVaR profit. Selanjutnya, estimasi CVaR dengan pendekatan ARMAX-APARCHX yang memenuhi sifat *memoryless* hanya *window* 500 baik untuk CVaR risiko maupun profit. Estimasi metode CVaR yang dilakukan dengan pendekatan model ARMAX-FGARCHX yang memenuhi sifat *memory less* adalah CVaR profit pada *window* 375 dan CVaR keseleruhan pada *window* 500. Untuk estimasi nilai CVaR dengan pendekatan ARMAX-CGARCHX hanya nilai CVaR risiko dari *window* 375 dan CVaR profit dari *window* 500.

b. EXCL

Berikut akan dilakukan perhitungan *duration test* pada model CVaR dengan pada perusahaan EXCL pendekatan ARMAX dan variasi GARCHX pada setiap *window*. Tabel 4.53 berikut merupakan hasil perhitungan *duration test* risiko dan profit perusahaan EXCL.

Tabel 4.53 Hasil *Duration Test* Perusahaan EXCL

Model	Win	Risiko		Profit	
		LR	Keputusan	LR	Keputusan

ARMAX-GARCHX	250	0,5806	Gagal Tolak H0	0,2672	Gagal Tolak H0
	375	0,9194	Gagal Tolak H0	0,5166	Gagal Tolak H0
	500	0,5757	Gagal Tolak H0	0,6043	Gagal Tolak H0
ARMAX-EGARCHX	250	0,7321	Gagal Tolak H0	0,4205	Gagal Tolak H0
	375	0,2482	Gagal Tolak H0	0,8646	Gagal Tolak H0
	500	0,1045	Gagal Tolak H0	0,6296	Gagal Tolak H0

Keterangan : LR=*Likelihood Ratio*

Tabel 4.53 Hasil *Duration Test* Perusahaan EXCL (Lanjutan)

Model	Win	Risiko		Profit	
		LR	Keputusan	LR	Keputusan
ARMAX-GJRGARCHX	250	0,8023	Gagal Tolak H0	0,0136	Tolak H0
	375	0,1347	Gagal Tolak H0	0,1278	Gagal Tolak H0
	500	0,0232	Tolak H0	0,3001	Gagal Tolak H0
ARMAX-APARCHX	250	0,3169	Gagal Tolak H0	0,2135	Gagal Tolak H0
	375	0,0033	Tolak H0	0,0055	Tolak H0
	500	0,0644	Gagal Tolak H0	0,0918	Gagal Tolak H0
ARMAX-FGARCHX	250	0,2828	Gagal Tolak H0	0,0041	Tolak H0
	375	0,1919	Gagal Tolak H0	0,0001	Tolak H0

	500	0,0869	Gagal Tolak H0	0,0569	Gagal Tolak H0
	250	0,6611	Gagal Tolak H0	0,3084	Gagal Tolak H0
ARMAX- CGARCHX	375	0,7041	Gagal tolak H0	0,0738	Gagal Tolak H0
	500	0,0132	Tolak H0	0,4073	Gagal Tolak H0

Keterangan : LR=*Likelihood Ratio*

Tidak semua *window* dengan pendekatan model yang berbeda menghasilkan keputusan yang sama. Tabel 4.53 menunjukkan bahwa pada *window* 250 yang tidak memiliki sifat *memory less* hanya terdapat pada nilai CVaR profit dengan pendekatan ARMAX-GJRGARCHX dan ARMAX-FGARCHX selain itu nilai CVaR memiliki sifat *memory less*. Pada *window* 375 yang tidak memiliki sifat *memory less* adalah nilai CVaR risiko dengan pendekatan ARMAX-APARCHX, serta nilai CVaR profit yang didekati dengan model ARMAX-APARCHX dan ARMAX-FAGRCHX. Untuk *window* 500 sifat yang *memory less* tidak dimiliki oleh nilai CVaR risiko dengan pendekatan ARMAX-GJRGARCHX dan ARMAX-CGARCHX.

c. ISAT

Berikut akan dilakukan perhitungan *duration test* pada metode CVaR dengan pendekatan ARMAX dan variasi GARCHX pada setiap *window*. Tabel 4.54 menyajikan hasil perhitungan *duration test* pada nilai CVaR dengan kuantil 5% maupun kuantil 95% yang ditulis dengan istilah risiko dan profit.

Tabel 4.54 Hasil *Duration Test* Perusahaan ISAT

Model	Win	Risiko		Profit	
		LR	Keputusan	LR	Keputusan

ARMAX-GARCHX	250	0,0262	Tolak H0	0,0189	Tolak H0
	375	0,0751	Gagal Tolak H0	0,1618	Gagal Tolak H0
	500	0,5472	Gagal Tolak H0	0,6301	Gagal Tolak H0
ARMAX-EGARCHX	250	0,0038	Tolak H0	0,0243	Tolak H0
	375	0,0161	Tolak H0	0,9131	Gagal Tolak H0
	500	0,7754	Gagal Tolak H0	0,9081	Gagal Tolak H0
ARMAX-GJRGARCHX	250	0,0013	Tolak H0	0,0009	Tolak H0
	375	0,2219	Gagal Tolak H0	0,0011	Tolak H0
	500	0,0556	Gagal Tolak H0	0,9092	Gagal Tolak H0
ARMAX-APARCHX	250	0	Tolak H0	0,0018	Tolak H0
	375	0,0007	Tolak H0	0,0807	Tolak H0
	500	0,9203	Gagal Tolak H0	0,8501	Gagal Tolak H0
ARMAX-FGARCHX	250	0,0002	Tolak H0	0,0047	Tolak H0
	375	0,0193	Tolak H0	0,0062	Tolak H0
	500	0,5396	Gagal Tolak H0	0,8378	Gagal Tolak H0
ARMAX-CGARCHX	250	0,0004	Tolak H0	0	Tolak H0
	375	0,0194	Gagal tolak H0	0,0175	Tolak H0
	500	0,3939	Tolak H0	0,5129	Gagal Tolak H0

Keterangan : LR=*Likelihood Ratio*

Berdasarkan nilai *likelihood ratio* (LR) yang ditampilkan pada Tabel 4.54 dapat dikatakan bahwa nilai CVaR baik risiko

maupun profit yang didekati dengan model ARMAX-GARCHX tolak H_0 karena nilai LR kurang dari 0,05 yang berarti tidak memiliki sifat *memory less*. Kemudian nilai CVaR yang didekati oleh model ARMAX-EGARCHX yang tolak H_0 yaitu nilai CVaR risiko dan profit pada *window* 250 serta nilai CVaR risiko *window* 375, karena ketiga nilai CVaR tersebut memiliki nilai LR kurang dari 0,05 yang berarti ketiga estimasi tersebut tidak memiliki sifat *memory less*. Untuk pendekatan dengan model ARMAX-GJRGARCHX, metode CVaR yang nilai LR nya kurang dari 0,05 yang berarti tidak memiliki sifat *memory less* adalah CVaR risiko dan profit pada *window* 250 dan CVaR profit pada *window* 375. Selanjutnya, untuk estimasi CVaR dengan pendekatan ARMAX-APARCHX yang memiliki sifat *memory less* hanya pada *window* 500 baik profit maupun risiko, karena nilai LR nya lebih dari 0,05. Sama halnya dengan pendekatan ARMAX-APARCHX, pendekatan dengan ARMAX-FGARCHX memberikan informasi bahwa hanya pada *window* 500 nilai CVaR baik risiko maupun profit memiliki sifat *memory less*. Untuk pendekatan dengan ARMAX-CGARCHX, CVaR yang bersifat *memory less* adalah CVaR risiko pada *window* 375 dan CVaR profit pada *window* 500.

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan analisis yang telah dilakukan, diperoleh kesimpulan sebagai berikut :

1. Pola pergerakan harga saham penutupan perusahaan TLKM, EXCL, dan ISAT sangat berbeda. Saham perusahaan TLKM cenderung mengalami kenaikan, sedangkan saham perusahaan EXCL dan ISAT terlihat fluktuatif cenderung turun. Untuk IHSG dan nilai tukar rupiah terhadap dolar atau IDR/USD memiliki tren yang sama yaitu naik setiap tahun.
2. Estimasi nilai CVaR bergantung pada nilai VaR dari perusahaan lain, sehingga jika memilih perusahaan TLKM untuk pendekatan ARMAX-GARCHX memiliki risiko sebesar 2,8%, 2,9%, dan 2,9% untuk periode investasi 250, 375, dan 500. Untuk estimasi CVaR dengan pendekatan ARMAX-EGARCHX pada perusahaan EXCL, investor dapat mengalami kerugian maksimum sebesar 4% pada kuantil 0,05 atau keuntungan maksimum sebesar 4,4% pada kuantil 0,95. Selanjutnya, untuk estimasi CVaR perusahaan ISAT dengan pendekatan ARMAX-GJRGARCHX memberikan hasil bahwa risiko yang diperoleh investor jika menanamkan modalnya sebesar Rp. 1 Miliar yaitu dapat mengalami kerugian sebesar Rp. 32 Juta atau keuntungan sebesar Rp. 32 Juta. Risiko yang dialami jika investor menginvestasikan dananya ke perusahaan TLKM, maka risiko yang dapat diperoleh adalah sebesar 3%, 2,9%, atau 2,7% jika diukur menggunakan estimasi CVaR dengan pendekatan ARMAX-APARCHX. Apabila estimasi CVaR diterapkan pada perusahaan EXCL dengan pendekatan ARMAX-FGARCHX, maka akan didapatkan estimasi sebesar 3,3% untuk *window* 250, 3,2% untuk *window* 375 dan 500. Jika dilakukan estimasi CVaR pada ISAT, didapatkan nilai estimasi maksimum risiko sebesar 3,1%, 3,2%, dan 3,2% untuk *window* 250, 375, dan 500, serta profit maksimum sebesar 3,5%, 3,5%,

dan 3,3% dengan *window* 250, 375, dan 500 dengan pendekatan model ARMAX-CGARCHX.

3. Berdasarkan *Expected Shortfall* (ES) test, model pendekatan yang akurat untuk perusahaan TLKM adalah ARMAX-EGARCHX untuk *window* 375, ARMAX-GJRGARCHX untuk *window* 250 dan 500 nilai CVaR risiko, serta ARMAX-APARCHX untuk *window* 250 dan 500 nilai CVaR profit. Untuk perusahaan EXCL, model pendekatan yang akurat adalah ARMAX-GARCHX untuk *window* 375 dan nilai CVaR risiko *window* 500, ARMAX-EGARCHX untuk *window* 250, dan ARMAX-GJRGARCHX untuk CVaR profit *window* 500. Pendekatan nilai CVaR yang akurat untuk perusahaan ISAT adalah ARMAX-GARCHX untuk nilai CVaR profit *window* 500, ARMAX-EGARCHX untuk nilai CVaR risiko *window* 375, ARMAX-APARCHX untuk nilai CVaR profit *window* 250, dan ARMAX-FGARCHX untuk nilai risiko *window* 250 dan 500, serta nilai CVaR profit *window* 375. Perbandingan akurasi model yang didapatkan dari metode *duration test* adalah semua pendekatan model pada perusahaan TLKM tidak bersifat *memory less* pada *window* 250, sedangkan pada *window* 375 dan 500 yang bersifat *memory less* hanya model ARMAX-GARCHX dan ARMAX-EGARCHX, selain pendekatan model tersebut ada beberapa *window* dan nilai CVaR yang tidak *memory less*. Untuk perusahaan EXCL, pendekatan dengan model ARMAX-GARCHX dan ARMAX-EGARCHX menghasilkan sifat *memory less* pada semua *window*, sedangkan model pendekatan yang lain ada beberapa yang tidak bersifat *memory less*. Untuk perusahaan ISAT semua pendekatan model tidak bersifat *memory less* pada *window* 250, sedangkan *window* pada nilai CVaR yang lain masih ada yang bersifat *memory less*, namun kebanyakan tidak bersifat *memory less*.

5.2 Saran

Berdasarkan kesimpulan yang diperoleh, disarankan kepada investor untuk memilih perusahaan TLKM, karena berdasarkan pengamatan visual dan pendekatan yang dilakukan oleh model ARMAX dan variasi GARCHX, perusahaan TLKM memiliki *return* yang cenderung stabil. Model pendekatan yang dapat dilakukan untuk mengestimasi nilai VaR atau CVaR disarankan menggunakan model ARMAX-EGARCHX karena model tersebut tercatat sebagai model yang mampu membuat metode CVaR memiliki sifat *memory less* pada setiap *window*. Selanjutnya, perlu dilakukan otomatisasi pencarian parameter ARMAX dan variasi GARCHX yang dapat diterapkan ke seluruh *window* agar proses penelitian bisa dipercepat.

(Halaman ini sengaja dikosongkan)

DAFTAR PUSTAKA

- Apergis, N., & Rezitis, A. (2011). Food Price Volatility and Macroeconomic Factors: Evidence from GARCH and GARCH-X Estimates. *Agricultural and Applied Economics*, 95-110.
- Asosiasi Penyedia Jasa Internet Indonesia. (2014). *Profil Pengguna Internet Indonesia*. Jakarta: Perpustakaan Nasional RI.
- Astria, R. (2018, Januari 28). *persaingan-kian-ketat-emitentelekomunikasi-siap-pertahankan-pangsa-pasar*. Diambil kembali dari bisnis.com: <http://market.bisnis.com>
- Bikcora, C., Verheijen, L., & Weiland, S. (2018). Density Forecasting of Daily Electricity Demand with ARMA-GARCH,CAViaR, and CARE Econometric Models. *Sustainable Energy, Grids, and Networks* , 148-156.
- Biro Humas. (2018, Januari 31). *content/detail/12504/siaran-pers-no20hmkominfo012018-tentang-komitmen-kerja-sama-pada-sektor-digital-melalui-indonesia-australia-digital-forum-iadf-2018/0/siaran_pers*. Diambil kembali dari Kominfo: <https://www.kominfo.go.id>
- Bollerslev, T. (1986). Generalized Autoregressive Conditional Heteroscedasticity. *Journal of Econometrics*, 307-327.
- Brigham, E. F., & Houston, J. F. (2007). *Fundamental of Financial Management*. USA: Thomson Higher Education.
- Candelon, B., Colletaz, G., Hurlin, C., & Tokpavi, S. (2008). Backtesting Value at Risk: A GMM Duration Based Test. *Journal of Financial Econometrics*, 314-343.
- Chan, N. H., & Wong, H. Y. (2015). *Simulation Techniques in Financial Risk Management*. New Jersey: John Wiley & Sons Inc.
- Chao, S. K., Hardle, W. K., & Wang, W. (2012). Quantile Regression in Risk Calibration. *SFB 649 Economic Risk Berlin*, 1-24.

- Databoks. (2017, Mei 22). *datapublish/2017/05/22/pertumbuhan-pengguna-internet-indonesia-nomor-1-di-dunia*. Diambil kembali dari Kata Data: <https://databoks.katadata.co.id>
- Databoks. (2018, Januari 12). *datapublish/2018/01/12/berapa-jumlah-penduduk-indonesia*. Diambil kembali dari Kata Data: <https://databoks.katadata.co.id>
- Ding, Z., Granger, C. W., & Engle, R. F. (1993). A Long Memory Property of Stock Market Returns and a New Model. *Journal of Empirical Finance* 1, 83-106.
- Engle, R. F. (1982). Autoregressive Conditional Heteroscedasticity with Estimates of The Variance of United Kingdom Inflation. *Econometrica*, 987-1008.
- Firdauz, A. B., & Prastyo, D. D. (2017). *Analisis Risiko Return Saham Perusahaan Terdampak Tax Amnesty Sub Sektor Konstruksi dan Bangunan Menggunakan CVaR dengan Pendekatan ARMAX-GARCH dan Duration Test sebagai Backtesting*. Surabaya: Institut Teknologi Sepuluh Nopember.
- Francq, C., Wintenberger, O., & Zakoian, J. M. (2013). GARCH Models without Positivity Constraints : Exponential or log GARCH. *Journal of Econometrics*, 34-46.
- Han, H., & Park, J. Y. (2014). GARCH with Omitted Persistent Covariate. *Economics Letters*, 1-11.
- Hentschel, L. (1995). All in The Family Nesting Symmetric and Asymmetric GARCH Models. *Journal of Financial Economics* 39, 71-104.
- Hickey, E., Loomis, D. G., & Mohammadi, H. (2011). Forecasting Hourly Electricity Prices Using ARMAX-GARCH Models. *Energy Economics*, 313-314.
- Huang, C. -K., North, D., & Zewotir, T. (2016). Exchangeability, Extreme Returns and Value-at-Risk Forecast. *Physica A*, 1-15.
- Hyndman, R. J. (2010, Oktober 4). *Hyndsight/arimax*. Diambil kembali dari Hyndsight: <http://robjhyndman.com>

- Li, D., Ghoshray, A., & Morley, B. (2012). Measuring The Risk Premium in Uncovered Interest Parity Using The Component GARCH-M Model. *International Review of Economics and Finance*, 167-176.
- Liu, H., & Shi, J. (2013). Applying ARMA-GARCH Approaches to Forecasting Short-Term Electricity Prices. *Energy Economics*, 152-166.
- Mabrouk, S. (2016). Forecasting daily conditional volatility and h-step-ahead short and long Value-at-Risk accuracy: Evidence from financial data. *Finance and Data Science*, 1-16.
- Monfared, S. A., & Enke, D. (2014). Volatility Forecasting Using a Hybrid GJR-GARCH Neural Network Model. *Procedia Computer Science*, 246-253.
- Nastiti, W. D., & Prastyo, D. D. (2016). *Estimasi Risiko Return Saham Perusahaan Sektor Telekomunikasi di Bursa Efek Indonesia Menggunakan CVaR dan VaR dengan Pendekatan ARMA-GARCH*. Surabaya: Institut Teknologi Sepuluh Nopember.
- Prastyo, D. D., Handayani, D., Fam, S. F., Rahayu, S. P., Suhartono, & Paramita, N. S. (2018). Risk Evaluation on Leading Companies in Property and Real Estate Subsector at IDX: A Value-at-Risk with ARMAX-GARCHX Approach and Duration Test. *Journal of Physics : Conference Series*, 979(1), 012094, 1-10.
- Prastyo, D. D., I.L., S., Fam, S. F., Setiawan, Suhartono, & Paramita, N. L. (2018). Value-at-Risk Modeling on Stock Return with Exogenous Variables using ARMAX-GARCHX Approach. *Journal of Physics : Conference Series*, 1028(1), 012225, 1-7.
- Ramadhani, V. R., & Prastyo, D. D. (2017). *Analisis Risiko Return Saham Perusahaan Sub Sektor Properti dan Real Estate Menggunakan Metode Conditional Value at Risk dengan Pendekatan ARMAX GARCHX dan Duration Test sebagai*

- Backtesting*. Surabaya: Institut Teknologi Sepuluh Nopember.
- Reboredo, J. C., & Ugolini, A. (2015). A vine-copula conditional value-at-risk approach to systemic sovereign debt risk for the financial sector. *North American Journal of Economics and Finance*, 98-123.
- Rou. (2015, Maret 16). *telecommunication/d-2859382/menilik-kinerja-tiga-operator-penguasa-pasar*. Diambil kembali dari detik.com: <https://inet.detik.com/>
- Rou. (2017, Agustus 7). *detik.com*. Diambil kembali dari inet.detik.com: https://inet.detik.com/telecommunication/d-3589981/internet-kian-diburu-asosiasi-kabel-laut-perlu-bersatu?_ga=2.165927614.1019445611.1522209790-219619794.1522209788
- Tu, A. H., & Chen, C. Y. (2017). A Factor-Based Approach of Bond Portofolio Value-at-Risk. *Journal of Empirical Finance*, 34-35.
- Venkatesh, V., & Davis, F. D. (1996). A Model of the Antecedents of Perceived Ease of Use : Development and Test. *Decision Sciences*, 451.
- Webby, R. B., Adamson, P. T., Boland, J., Howlett, P. G., Metcalfe, A. V., & Piantadosi, J. (2006). The Mekong-Applications of Value at Risk (VaR) and Conditional Value at Risk (CVaR) Simulation to the Benefits, Costs and Consequences of Water Resources Development in a Large River Basin. *Ecological Modelling*, 89-96.
- Wei, W. W. (2006). *Time Series Analysis Univariate and Multivariate Methods (2nd ed.)*. United States of America: Pearson Education, Inc.
- Yud. (2017, September 27). *cyberlife/d-3659956/132-juta-pengguna-internet-indonesia-40-penggila-medsos*. Diambil kembali dari detik.com: <https://inet.detik.com>

LAMPIRAN

Lampiran 1. Data Harga Saham Penutupan Sub Sektor Telekomunikasi

Tanggal	TLKM	ISAT	EXCL	<i>Return</i> TLKM	<i>Return</i> ISAT	<i>Return</i> EXCL
1/4/2010	1910	4700	1900			
1/5/2010	1920	4750	2000	0.00523	0.0106	0.05263
1/6/2010	1900	4700	2000	-0.01042	-0.0105	0
1/7/2010	1850	4725	2000	-0.02632	0.0053	0
1/8/2010	1870	4900	2000	0.01081	0.0370	0
1/11/2010	1890	4875	2400	0.01069	-0.0051	0.2
1/12/2010	1900	4850	2175	0.00529	-0.0051	-0.0937
1/13/2010	1880	4850	1950	-0.01053	0	-0.1034
1/14/2010	1870	5050	2100	-0.00532	0.04123	0.07692
1/15/2010	1900	5450	2250	0.016043	0.07920	0.0714
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
3/16/2018	3820	2500	5200	-0.02799	-0.0196	-0.01887
3/19/2018	3820	2600	5100	0	0.04	-0.01923
3/20/2018	3660	2550	4940	-0.04188	-0.0192	-0.03137
3/21/2018	3710	2580	4950	0.01366	0.0117	0.00202
3/22/2018	3700	2530	4950	-0.0027	-0.0198	0
3/23/2018	3660	2460	4990	-0.01081	-0.0276	0.008081
3/26/2018	3590	2520	4950	-0.01913	0.02439	-0.00802
3/27/2018	3560	2520	4940	-0.00836	0	-0.00202
3/28/2018	3570	2520	4850	0.002809	0	-0.01822
3/29/2018	3600	2520	4750	0.008403	0	-0.02062

Lampiran 2. Data harga IHSG dan IDR/USD

IHSG	IDR/USD	<i>Return IHSG</i>	<i>Return IDR/USD</i>
2575.41	9345		
2605.28	9320	0.011598	-0.00268
2603.3	9245	-0.00076	-0.00805
2586.9	9240	-0.0063	-0.00054
2614.37	9215	0.010619	-0.00271
2632.2	9152.5	0.00682	-0.00678
2659.55	9175	0.010391	0.002458
2632.87	9185	-0.01003	0.00109
2645.18	9165	0.004676	-0.00218
2647.09	9190	0.000722	0.002728
⋮	⋮	⋮	⋮
6304.95	13749	-0.00268	0.000109
6289.57	13765	-0.00244	0.001127
6243.58	13750	-0.00731	-0.00105
6312.83	13763	0.011091	0.000909
6254.07	13753	-0.00931	-0.00073
6210.7	13783	-0.00693	0.002181
6200.17	13740	-0.0017	-0.00308
6209.35	13742	0.001481	0.000146
6140.84	13763	-0.01103	0.001528
6188.99	13765	0.007841	0.000145

Lampiran 3. Sintaksis *Time Series Plot* dan *Boxplot* Harga Saham, *Return*, dan Variabel Eksogen

```
#timeseriesplot
win.graph()
par(mfrow=c(1,1))
plot(as.numeric(TLKM),type='l',ylim=c(1000,8000),
      lwd=2, col='red', axes=F, ylab='Stock
      Price', xlab='Time')
labels=as.numeric(format(as.Date(TA[,2],"%m/%d/%Y
"%Y"))
where.put=c(1,which(diff(labels)==1)+1)
axis(side=1, at=where.put,
label=labels[where.put], lwd=0.5)
axis(side=2, at=seq(0,8000, by=500),
label=seq(0,8000, by=500), lwd=1)
lines(ISAT, type="l", ylim=c(1000, 8000), lwd=2,
col="yellow")
lines(EXCL, type="l", ylim=c(1000, 8000), lwd=2,
col="blue")
legend(5,8000, c("TLKM", "ISAT.JK", "EXCL.JK"),
lwd=1,col=c("red", "yellow", "blue"), bg="white")

win.graph()
par(mfrow=c(1,2))
plot(as.numeric(IHSG),type='l',ylim=c(2000,15000),
      lwd=2, col='blue', axes=F,ylab='Stock
      Price',xlab='(a)')
where.put=c(1,which(diff(labels)==1)+1)
axis(side=1, at=where.put,label=labels[where.put],
      lwd=0.5)
axis(side=2, at=seq(2000,15000, by=500),
      label=seq(2000,15000, by=500), lwd=1)
plot(as.numeric(IDR.USD),type='l',ylim=c(8000,
      1500), lwd=2, col='red', axes=F,
      ylab='Stock Price',xlab='(b)')
labels=as.numeric(format(as.Date(data[,2],
      "%m/%d/%Y"),"%Y"))
where.put=c(1,which(diff(labels)==1)+1)
axis(side=1, at=where.put,
label=labels[where.put], lwd=0.5)
axis(side=2, at=seq(8000,15000, by=500),
label=seq(8000,15000, by=500), lwd=1)
```

Lampiran 3. Lanjutan

```
#TimeSeriesPlot Return Data Saham
win.graph()
returnTLKM=as.numeric(returnTLKM)
returnEXCL=as.numeric(returnEXCL)
returnISAT=as.numeric(returnISAT)
par(mfrow=c(1,1))
plot(returnTLKM, type="l", ylim=c(-0.3, 0.6),
lwd=2, col="red",
      axes=F, ylab="Return", xlab="Time")
labels=as.numeric(format(as.Date(data[,1]),"%Y-%m-
%d"),"%Y")
where.put=c(1,which(diff(labels)==1)+1)
axis(side=1, at=where.put,
label=labels[where.put], lwd=0.5)
axis(side=2, at=seq(-1, 1, by=0.2), label=seq(-1,
1, by=0.2), lwd=1)
lines(returnTLKM, type = "l", lwd=2, col="red")
lines(returnISAT, type = "l", lwd=2, col="yellow")
lines(returnEXCL, type = "l", lwd=2, col="blue")
legend(1, 0.6, c("TLKM", "ISAT", "EXCL"), lwd=1,
      col = c("red", "yellow", "blue"),
bg="white")

#Boxplot
win.graph()
par(mfrow=c(2,2))
boxplot(returnTLKM~Hari, data=data,
symbols="stars", ylab="Return Saham",

names=c("Senin","Selasa","Rabu","Kamis","Jumat"))
boxplot(returnEXCL~Hari, data=data,
symbols="stars", ylab="Return Saham",

names=c("Senin","Selasa","Rabu","Kamis","Jumat"))
boxplot(returnISAT~Hari, data=data,
symbols="stars", ylab="Return Saham",

names=c("Senin","Selasa","Rabu","Kamis","Jumat"))
summaryBy(return.perusahaan[-1,]~Hari, data[-1,],
FUN = c(mean, median, sd^2))
```

Lampiran 4. Sintaksis Plot ACF dan PACF

```
#ACF, PACF TLKM
returnTLKM=as.numeric(returnTLKM[-1])
returnEXCL=as.numeric(returnEXCL[-1])
returnISAT=as.numeric(returnISAT[-1])
win.graph()
par(mfrow=c(1,2))
acf(returnTLKM, xlim=c(2,36), ylim=c(-0.1,0.1),
main="Return TLKM")
pacf(returnTLKM, main="Return TLKM")

#ACF, PACF ISAT
win.graph()
par(mfrow=c(1,2))
acf(returnISAT, xlim=c(2,36), ylim=c(-0.1,0.1),
main="Return ISAT")
pacf(returnISAT, main="Return ISAT")

#ACF, PACF EXCL
win.graph()
par(mfrow=c(1,2))
acf(returnEXCL, xlim=c(2,36), ylim=c(-0.1,0.1),
main="Return EXCL")
pacf(returnEXCL, main="Return EXCL")
```

Lampiran 5. Sintaksis Uji Signifikansi Parameter ARMAX

```
#ARMAX TLKM -> Diganti untuk masing-masing perusahaan
X=cbind(returnIHSG[-1],returnIDR.USD[-1])
spec.TLKM=ugarchspec(mean.model =
      list(armaOrder=c(1,0), include.mean=TRUE,
      external.regressors=X), variance.model =
      list(garchOrder=c(0,0)), distribution.model=
      "norm")
garch.fitTLKM=ugarchfit(spec = spec.TLKM, data =
      returnTLKM, solver = "nloptr")
garch.fitTLKM
```

Lampiran 6. Sintaksis Uji Signifikansi Parameter ARMAX(0,1) dan ARMAX(1,1)

```
spec.TLKMx=ugarchspec(mean.model =
  list(armaOrder=c(0,1),include.mean=TRUE,
  external.regressors=X), variance.model =
  list(garchOrder=c(0,0)),distribution.model =
  "norm")
garch.fitTLKMx=ugarchfit(spec = spec.TLKMx, data =
returnTLKM, solver = "nloptr")
garch.fitTLKMx

spec.TLKMx=ugarchspec(mean.model =
  list(armaOrder=c(1,1),include.mean=TRUE,
  external.regressors=X), variance.model =
  list(garchOrder=c(0,0)),distribution.model =
  "norm")
garch.fitTLKMx=ugarchfit(spec = spec.TLKMx, data =
returnTLKM, solver = "nloptr")
garch.fitTLKMx
```

Lampiran 7. Sintaksis Uji Kolmogorov Smirnov

```
#residual ARMAX
res.TLKMx=residuals(garch.fitTLKMx)
res.TLKMx=as.numeric(res.TLKMx)

res.EXCLX=residuals(garch.fitEXCLX)
res.EXCLX=as.numeric(res.EXCLX)

res.ISATX=residuals(garch.fitISATX)
res.ISATX=as.numeric(res.ISATX)

#uji normalitas
ks.test(res.TLKMx,"pnorm", alternative =
  c("two.sided"))
ks.test(res.EXCLX,"pnorm", alternative =
  c("two.sided"))
ks.test(res.ISATX,"pnorm", alternative =
  c("two.sided"))
```


Lampiran 8. Sintaksis Uji Lagrange Multiplier (LM)

```
#Uji LM
library(FinTS)
hasilLMX=matrix(0,10,3)
colnames(hasilLMX)=c('chi-sq TLKMX','chi-sq
EXCLX','chi-sq ISATX')
for (i in 1:10){
  LM.TLKMX=ArchTest(res.TLKMX, lags=i)
  LM.EXCLX=ArchTest(res.EXCLX, lags=i)
  LM.ISATX=ArchTest(res.ISATX, lags=i)
  hasilLMX[i,1]=LM.TLKMX$statistic
  hasilLMX[i,2]=LM.EXCLX$statistic
  hasilLMX[i,3]=LM.ISATX$statistic
}
hasilLMX
```

Lampiran 9. Sintaksis Plot ACF dan PACF Residual Kuadrat

```
#ACF PACF resi kuadrat
#TLKM
win.graph()
par(mfrow=c(1,2))
acf(res.TLKMX^2, main="Residual TLKM",
xlim=c(2,34), ylim=c(-0.05,0.2))
pacf(res.TLKMX^2, main="Residual TLKM")

#EXCL
win.graph()
par(mfrow=c(1,2))
acf(res.EXCLX^2, main="Residual EXCL",
xlim=c(2,34), ylim=c(-0.05,0.2))
pacf(res.EXCLX^2, main="Residual EXCL")

#ISAT
win.graph()
par(mfrow=c(1,2))
acf(res.ISATX^2, main="Residual ISAT",
xlim=c(2,34), ylim=c(-0.05,0.2))
pacf(res.ISATX^2, main="Residual ISAT")
```

Lampiran 10. Sintaksis Estimasi Parameter ARMAX-GARCHX

```
#TLKM -> Diganti untuk masing-masing perusahaan
spec.TLKMX=ugarchspec(mean.model =
    list(armaOrder=c(1,0), include.mean=T,
    external.regressors=X), variance.model =
    list(garchOrder=c(1,0),external.regressors=X,
    distribution.model = "norm")

garch.fitTLKMX=ugarchfit(spec = spec.TLKMX, data =
    returnTLKM, solver = "nloptr")

garch.fitTLKMX

spec.TLKMX=ugarchspec(mean.model =
    list(armaOrder=c(1,0), include.mean=T,
    external.regressors=X), variance.model =
    list(garchOrder=c(0,1),external.regressors=X,
    distribution.model = "norm")

garch.fitTLKMX=ugarchfit(spec = spec.TLKMX, data =
    returnTLKM, solver = "nloptr")

garch.fitTLKMX

spec.TLKMX=ugarchspec(mean.model =
    list(armaOrder=c(1,0), include.mean=T,
    external.regressors=X), variance.model =
    list(garchOrder=c(1,1),external.regressors=X,
    distribution.model = "norm")

garch.fitTLKMX=ugarchfit(spec = spec.TLKMX, data =
    returnTLKM, solver = "nloptr")

garch.fitTLKMX
```

Lampiran 11. Sintaksis Estimasi Parameter ARMAX-EGARCHX

```
#TLKM -> Diganti untuk masing-masing perusahaan
spec.TLKM=ugarchspec(mean.model =
    list(armaOrder=c(1,0), include.mean=T,
    external.regressors=X), variance.model =
    list(model="eGARCH",garchOrder=c(1,0),
    external.regressors=X, distribution.model =
    "norm")

garch.fitTLKM=ugarchfit(spec = spec.TLKM, data =
    returnTLKM, solver = "nloptr")

garch.fitTLKM

spec.TLKM=ugarchspec(mean.model =
    list(armaOrder=c(1,0), include.mean=T,
    external.regressors=X), variance.model =
    list(model="eGARCH",garchOrder=c(0,1),
    external.regressors=X, distribution.model =
    "norm")

garch.fitTLKM=ugarchfit(spec = spec.TLKM, data =
    returnTLKM, solver = "nloptr")

garch.fitTLKM

spec.TLKM=ugarchspec(mean.model =
    list(armaOrder=c(1,0), include.mean=T,
    external.regressors=X), variance.model =
    list(model="eGARCH",garchOrder=c(1,1),
    external.regressors=X, distribution.model =
    "norm")

garch.fitTLKM=ugarchfit(spec = spec.TLKM, data =
    returnTLKM, solver = "nloptr")

garch.fitTLKM
```

Lampiran 12. Sintaksis Estimasi Parameter ARMAX-GJRARCHX

```
#TLKM -> Diganti untuk masing-masing perusahaan
spec.TLKM=ugarchspec(mean.model =
  list(armaOrder=c(1,0), include.mean=T,
  external.regressors=X), variance.model =
  list(model="gjrGARCH",garchOrder=c(1,0),
  external.regressors=X, distribution.model =
  "norm")

garch.fitTLKM=ugarchfit(spec = spec.TLKM, data =
  returnTLKM, solver = "nloptr")

garch.fitTLKM

spec.TLKM=ugarchspec(mean.model =
  list(armaOrder=c(1,0), include.mean=T,
  external.regressors=X), variance.model =
  list(model="gjrGARCH",garchOrder=c(0,1),
  external.regressors=X, distribution.model =
  "norm")

garch.fitTLKM=ugarchfit(spec = spec.TLKM, data =
  returnTLKM, solver = "nloptr")

garch.fitTLKM

spec.TLKM=ugarchspec(mean.model =
  list(armaOrder=c(1,0), include.mean=T,
  external.regressors=X), variance.model =
  list(model="gjrGARCH",garchOrder=c(1,1),
  external.regressors=X, distribution.model =
  "norm")

garch.fitTLKM=ugarchfit(spec = spec.TLKM, data =
  returnTLKM, solver = "nloptr")

garch.fitTLKM
```

Lampiran 13. Sintaksis Estimasi Parameter ARMAX-APARCHX

```
#TLKM -> Diganti untuk masing-masing perusahaan
spec.TLKMX=ugarchspec(mean.model =
    list(armaOrder=c(1,0), include.mean=T,
    external.regressors=X), variance.model =
    list(model="apARCH",garchOrder=c(1,0),
    external.regressors=X, distribution.model =
    "norm")

garch.fitTLKMX=ugarchfit(spec = spec.TLKMX, data =
    returnTLKM, solver = "nloptr")

garch.fitTLKMX

spec.TLKMX=ugarchspec(mean.model =
    list(armaOrder=c(1,0), include.mean=T,
    external.regressors=X), variance.model =
    list(model="apARCH",garchOrder=c(0,1),
    external.regressors=X, distribution.model =
    "norm")

garch.fitTLKMX=ugarchfit(spec = spec.TLKMX, data =
    returnTLKM, solver = "nloptr")

garch.fitTLKMX

spec.TLKMX=ugarchspec(mean.model =
    list(armaOrder=c(1,0), include.mean=T,
    external.regressors=X), variance.model =
    list(model="apARCH",garchOrder=c(1,1),
    external.regressors=X, distribution.model =
    "norm")

garch.fitTLKMX=ugarchfit(spec = spec.TLKMX, data =
    returnTLKM, solver = "nloptr")

garch.fitTLKMX
```

Lampiran 14. Sintaksis Estimasi Parameter ARMAX-FGARCHX

```
#TLKM -> Diganti untuk masing-masing perusahaan
spec.TLKM=ugarchspec(mean.model =
  list(armaOrder=c(1,0), include.mean=T,
  external.regressors=X), variance.model =
  list(model="fGARCH", submodel="GARCH",
  garchOrder=c(1,0), external.regressors=X,
  distribution.model = "norm")

garch.fitTLKM=ugarchfit(spec = spec.TLKM, data =
  returnTLKM, solver = "nloptr")

garch.fitTLKM

spec.TLKM=ugarchspec(mean.model =
  list(armaOrder=c(1,0), include.mean=T,
  external.regressors=X), variance.model =
  list(model="fGARCH", submodel="GARCH",
  garchOrder=c(0,1), external.regressors=X,
  distribution.model = "norm")

garch.fitTLKM=ugarchfit(spec = spec.TLKM, data =
  returnTLKM, solver = "nloptr")

garch.fitTLKM

spec.TLKM=ugarchspec(mean.model =
  list(armaOrder=c(1,0), include.mean=T,
  external.regressors=X), variance.model =
  list(model="fGARCH", submodel="GARCH",
  garchOrder=c(1,1), external.regressors=X,
  distribution.model = "norm")

garch.fitTLKM=ugarchfit(spec = spec.TLKM, data =
  returnTLKM, solver = "nloptr")

garch.fitTLKM
```

Lampiran 15. Sintaksis Estimasi Parameter ARMAX-CGARCHX

```
#TLKM -> Diganti untuk masing-masing perusahaan
spec.TLKMX=ugarchspec(mean.model =
    list(armaOrder=c(1,0), include.mean=T,
    external.regressors=X), variance.model =
    list(model="csGARCH",garchOrder=c(1,0),
    external.regressors=X, distribution.model =
    "norm")

garch.fitTLKMX=ugarchfit(spec = spec.TLKMX, data =
    returnTLKM, solver = "nloptr")

garch.fitTLKMX

spec.TLKMX=ugarchspec(mean.model =
    list(armaOrder=c(1,0), include.mean=T,
    external.regressors=X), variance.model =
    list(model="csGARCH",garchOrder=c(0,1),
    external.regressors=X, distribution.model =
    "norm")

garch.fitTLKMX=ugarchfit(spec = spec.TLKMX, data =
    returnTLKM, solver = "nloptr")

garch.fitTLKMX

spec.TLKMX=ugarchspec(mean.model =
    list(armaOrder=c(1,0), include.mean=T,
    external.regressors=X), variance.model =
    list(model="csGARCH",garchOrder=c(1,1),
    external.regressors=X, distribution.model =
    "norm")

garch.fitTLKMX=ugarchfit(spec = spec.TLKMX, data =
    returnTLKM, solver = "nloptr")

garch.fitTLKMX
```


Lampiran 16. Sintaksis Estimasi VaR ARMAX-GARCHX

```
#EXCL -> Diganti untuk masing-masing perusahaan
#250 -> Diganti untuk masing-masing window
window=250
alpha=0.05
z.alpha=qnorm(alpha, 0, 1)
z.alpha1=qnorm(1-alpha, 0, 1)
n=length(returnEXCL)
loss.garchEXCLX250=rep(0,n)
prof.garchEXCLX250=rep(0,n)
VaR.garchEXCLX250=rep(0,n)
VaR.garchEXCL1X250=rep(0,n)

library(rugarch)
#Risk
for(i in window:(n-1)){
spec.EXCLXR250=ugarchspec(mean.model =
    list(armaOrder=c(0,1), include.mean=TRUE,
    external.regressors=NULL), variance.model =
    list(garchOrder=c(1,1), model="sGARCH",
    external.regressors=X2), distribution.model =
    "norm")
-> Orde ARMAX-GARCHX menyesuaikan
modelgarch.fitEXCLXR250=ugarchfit(spec =
    spec.EXCLXR250, data = returnEXCL[(i-window):
    i], solver = "nloptr")
mean.garchX250=0
sd.garchX250=sigma(modelgarch.fitEXCLXR250)[window]
VaR.garchEXCLX250[i+1]=mean.garchX250+(sd.garchX250*
z.alpha)
    if(VaR.garchEXCLX250[i+1]>returnEXCL[i+1])
        loss.garchEXCLX250[i+1]=1
}
```

Lampiran 16. Lanjutan

```

ES.garchEXCLX250 = sum(loss.garchEXCLX250)/
                    (n-window)
return.outx250=matrix(returnEXCL[(window+1):n],
                      ncol=1)
VaR.garch.outx250=matrix(VaR.garchEXCLX250
                        [(window+1):n], ncol=1)
t.garchx250=matrix(1:nrow(return.outx250))
dat.garchx250=matrix(c(t.garchx250,return.outx250),
                    ncol = 2)
dat.VaR.garchx250=matrix(c(t.garchx250,VaR.garch.out
x250),ncol = 2)

#Profit
for(i in window:(n-1)){
spec.EXCL1X250=ugarchspec(mean.model =
    list(armaOrder=c(0,1), include.mean=TRUE,
    external.regressors=NULL), variance.model =
    list(garchOrder=c(1,1), model="sGARCH",
    external.regressors=X2),distribution.model =
    "norm")
modelgarch.fitEXCL1X250=ugarchfit(spec =
    spec.EXCL1X250,data = returnEXCL
    [(i-window):i], solver = "nloptr")
mean.garch1X250=0
sd.garch1X250=sigma(modelgarch.fitEXCL1X250)[window]
VaR.garchEXCL1X250[i+1]=mean.garch1X250+
    (sd.garch1X250*z.alpha1)
    if (VaR.garchEXCL1X250[i+1]>returnEXCL[i+1])
        prof.garchEXCLX250[i+1]=1
}

```

Lampiran 16. Lanjutan

```

ES.garchEXCL1X250 = sum(prof.garchEXCLX250)/
                    (n-window)
return.out1X250=matrix(returnEXCL[(window+1):n],
                      ncol=1)
VaR.garch.out1X250=matrix(VaR.garchEXCL1X250
                        [(window+1):n], ncol=1)
win.graph()
plot(return.outX250,col="black", ylim=c(-0.2,0.2),
      xlim=c(0,1800), ylab="Return", xlab="Time")
t.garch1X250=matrix(1:nrow(return.outX250))
dat.garch1X250=matrix(c(t.garch1X250,
                      return.out1X250), ncol=2)
dat.VaR.garch1X250=matrix(c(t.garch1X250,
                          VaR.garch.out1X250), ncol=2)
lines(VaR.garch.out1X250, col="blue",lwd=1)
exceed.garch1X250=matrix(dat.garch1X250[dat.VaR.garch
h1X250[,2]<dat.garch1X250[,2]], ncol = 2)
points(exceed.garch1X250, col="red", cex=0.5, lwd=1,
      pch=19)

lines(VaR.garch.outX250, col="green3", lwd=1)
exceed.garchX250=matrix(dat.garchX250[dat.VaR.garchX
250[,2]>dat.garchX250[,2]], ncol=2)
points(exceed.garchX250, col="red", cex=0.5, lwd=1,
      pch=19)

library(zoo)
#Data VaR dan Durasi
a=cbind(VaR.garchEXCLX250, VaR.garchEXCL1X250)
b=cbind(loss.garchEXCLX250, prof.garchEXCLX250)
write.zoo(a,"VaR EXCLX AG 250.txt", sep="\t")
write.zoo(b,"Dur EXCLX AG 250.txt", sep="\t")

```

Lampiran 17. Sintaksis Estimasi VaR ARMAX-EGARCHX

```
#EXCL -> Diganti untuk masing-masing perusahaan
#250 -> Diganti untuk masing-masing window
window=250
alpha=0.05
z.alpha=qnorm(alpha, 0, 1)
z.alpha1=qnorm(1-alpha, 0, 1)
n=length(returnEXCL)
loss.garchEXCLX250=rep(0,n)
prof.garchEXCLX250=rep(0,n)
VaR.garchEXCLX250=rep(0,n)
VaR.garchEXCL1X250=rep(0,n)

library(rugarch)
#Risk
for(i in window:(n-1)){
spec.EXCLXR250=ugarchspec(mean.model =
    list(armaOrder=c(0,1), include.mean=TRUE,
    external.regressors=NULL), variance.model =
    list(garchOrder=c(1,1), model="eGARCH",
    external.regressors=X2), distribution.model =
    "norm")
-> Orde ARMAX-GARCHX menyesuaikan
modelgarch.fitEXCLXR250=ugarchfit(spec =
    spec.EXCLXR250, data = returnEXCL[(i-window):
    i], solver = "nloptr")
mean.garchX250=0
sd.garchX250=sigma(modelgarch.fitEXCLXR250)[window]
VaR.garchEXCLX250[i+1]=mean.garchX250+(sd.garchX250*
z.alpha)
    if (VaR.garchEXCLX250[i+1]>returnEXCL[i+1])
        loss.garchEXCLX250[i+1]=1
}
```

Lampiran 17. Lanjutan

```

ES.garchEXCLX250 = sum(loss.garchEXCLX250)/
                    (n-window)
return.outx250=matrix(returnEXCL[(window+1):n],
                      ncol=1)
VaR.garch.outx250=matrix(VaR.garchEXCLX250
                        [(window+1):n], ncol=1)
t.garchx250=matrix(1:nrow(return.outx250))
dat.garchx250=matrix(c(t.garchx250,return.outx250),
                    ncol = 2)
dat.VaR.garchx250=matrix(c(t.garchx250,VaR.garch.out
x250),ncol = 2)

#Profit
for(i in window:(n-1)){
spec.EXCL1X250=ugarchspec(mean.model =
                        list(armaOrder=c(0,1), include.mean=TRUE,
                            external.regressors=NULL), variance.model =
                        list(garchOrder=c(1,1), model="eGARCH",
                            external.regressors=X2),distribution.model =
                        "norm")
modelgarch.fitEXCL1X250=ugarchfit(spec =
                        spec.EXCL1X250,data = returnEXCL
                        [(i-window):i], solver = "nloptr")
mean.garch1X250=0
sd.garch1X250=sigma(modelgarch.fitEXCL1X250)[window]
VaR.garchEXCL1X250[i+1]=mean.garch1X250+
                        (sd.garch1X250*z.alpha1)
                        if(VaR.garchEXCL1X250[i+1]>returnEXCL[i+1])
                        prof.garchEXCLX250[i+1]=1
}

```

Lampiran 17. Lanjutan

```

ES.garchEXCL1X250 = sum(prof.garchEXCLX250)/
                    (n-window)
return.out1X250=matrix(returnEXCL[(window+1):n],
                      ncol=1)
VaR.garch.out1X250=matrix(VaR.garchEXCL1X250
                        [(window+1):n], ncol=1)
win.graph()
plot(return.outX250,col="black", ylim=c(-0.2,0.2),
      xlim=c(0,1800), ylab="Return", xlab="Time")
t.garch1X250=matrix(1:nrow(return.outX250))
dat.garch1X250=matrix(c(t.garch1X250,
                      return.out1X250), ncol=2)
dat.VaR.garch1X250=matrix(c(t.garch1X250,
                          VaR.garch.out1X250), ncol=2)
lines(VaR.garch.out1X250, col="blue",lwd=1)
exceed.garch1X250=matrix(dat.garch1X250[dat.VaR.garchX
h1X250[,2]<dat.garch1X250[,2]], ncol = 2)
points(exceed.garch1X250, col="red", cex=0.5, lwd=1,
      pch=19)

lines(VaR.garch.outX250, col="green3", lwd=1)
exceed.garchX250=matrix(dat.garchX250[dat.VaR.garchX
250[,2]>dat.garchX250[,2]], ncol=2)
points(exceed.garchX250, col="red", cex=0.5, lwd=1,
      pch=19)

library(zoo)
#Data VaR dan Durasi
a=cbind(VaR.garchEXCLX250, VaR.garchEXCL1X250)
b=cbind(loss.garchEXCLX250, prof.garchEXCLX250)
write.zoo(a,"VaR EXCLX AeG 250.txt", sep="\t")
write.zoo(b,"Dur EXCLX AeG 250.txt", sep="\t")

```

Lampiran 18. Sintaksis Estimasi VaR ARMAX-GJRGARCHX

```
#EXCL -> Diganti untuk masing-masing perusahaan
#250 -> Diganti untuk masing-masing window
window=250
alpha=0.05
z.alpha=qnorm(alpha, 0, 1)
z.alpha1=qnorm(1-alpha, 0, 1)
n=length(returnEXCL)
loss.garchEXCLX250=rep(0,n)
prof.garchEXCLX250=rep(0,n)
VaR.garchEXCLX250=rep(0,n)
VaR.garchEXCL1X250=rep(0,n)

library(rugarch)
#Risk
for(i in window:(n-1)){
spec.EXCLXR250=ugarchspec(mean.model =
    list(armaOrder=c(0,1), include.mean=TRUE,
    external.regressors=NULL), variance.model =
    list(garchOrder=c(1,1), model="gjrGARCH",
    external.regressors=X2), distribution.model =
    "norm")
-> Orde ARMAX-GARCHX menyesuaikan
modelgarch.fitEXCLXR250=ugarchfit(spec =
    spec.EXCLXR250, data = returnEXCL[(i-window):
    i], solver = "nloptr")
mean.garchX250=0
sd.garchX250=sigma(modelgarch.fitEXCLXR250)[window]
VaR.garchEXCLX250[i+1]=mean.garchX250+(sd.garchX250*
z.alpha)
    if(VaR.garchEXCLX250[i+1]>returnEXCL[i+1])
        loss.garchEXCLX250[i+1]=1
}
```

Lampiran 18. Lanjutan

```

ES.garchEXCLX250 = sum(loss.garchEXCLX250)/
                    (n-window)
return.outx250=matrix(returnEXCL[(window+1):n],
                      ncol=1)
VaR.garch.outx250=matrix(VaR.garchEXCLX250
                        [(window+1):n], ncol=1)
t.garchx250=matrix(1:nrow(return.outx250))
dat.garchx250=matrix(c(t.garchx250,return.outx250),
                    ncol = 2)
dat.VaR.garchx250=matrix(c(t.garchx250,VaR.garch.out
x250),ncol = 2)

#Profit
for(i in window:(n-1)){
spec.EXCL1X250=ugarchspec(mean.model =
    list(armaOrder=c(0,1), include.mean=TRUE,
    external.regressors=NULL), variance.model =
    list(garchOrder=c(1,1), model="gjrGARCH",
    external.regressors=X2),distribution.model =
    "norm")
modelgarch.fitEXCL1X250=ugarchfit(spec =
    spec.EXCL1X250,data = returnEXCL
    [(i-window):i], solver = "nloptr")
mean.garch1X250=0
sd.garch1X250=sigma(modelgarch.fitEXCL1X250)[window]
VaR.garchEXCL1X250[i+1]=mean.garch1X250+
    (sd.garch1X250*z.alpha1)
    if(VaR.garchEXCL1X250[i+1]>returnEXCL[i+1])
        prof.garchEXCLX250[i+1]=1
}

```


Lampiran 18. Lanjutan

```

ES.garchEXCL1X250 = sum(prof.garchEXCLX250)/
                      (n-window)
return.out1X250=matrix(returnEXCL[ (window+1):n],
                      ncol=1)
VaR.garch.out1X250=matrix(VaR.garchEXCL1X250
                      [(window+1):n], ncol=1)
win.graph()
plot(return.outX250,col="black", ylim=c(-0.2,0.2),
      xlim=c(0,1800), ylab="Return", xlab="Time")
t.garch1X250=matrix(1:nrow(return.outX250))
dat.garch1X250=matrix(c(t.garch1X250,
                      return.out1X250), ncol=2)
dat.VaR.garch1X250=matrix(c(t.garch1X250,
                      VaR.garch.out1X250), ncol=2)
lines(VaR.garch.out1X250, col="blue",lwd=1)
exceed.garch1X250=matrix(dat.garch1X250[dat.VaR.garchX
h1X250[,2]<dat.garch1X250[,2]], ncol = 2)
points(exceed.garch1X250, col="red", cex=0.5, lwd=1,
      pch=19)

lines(VaR.garch.outX250, col="green3", lwd=1)
exceed.garchX250=matrix(dat.garchX250[dat.VaR.garchX
250[,2]>dat.garchX250[,2]], ncol=2)
points(exceed.garchX250, col="red", cex=0.5, lwd=1,
      pch=19)

library(zoo)
#Data VaR dan Durasi
a=cbind(VaR.garchEXCLX250, VaR.garchEXCL1X250)
b=cbind(loss.garchEXCLX250, prof.garchEXCLX250)
write.zoo(a,"VaR EXCLX AgjrG 250.txt", sep="\t")
write.zoo(b,"Dur EXCLX AgjrG 250.txt", sep="\t")

```

Lampiran 19. Sintaksis Estimasi VaR ARMAX-APARCHX

```
#EXCL -> Diganti untuk masing-masing perusahaan
#250 -> Diganti untuk masing-masing window
window=250
alpha=0.05
z.alpha=qnorm(alpha, 0, 1)
z.alpha1=qnorm(1-alpha, 0, 1)
n=length(returnEXCL)
loss.garchEXCLX250=rep(0,n)
prof.garchEXCLX250=rep(0,n)
VaR.garchEXCLX250=rep(0,n)
VaR.garchEXCL1X250=rep(0,n)

library(rugarch)
#Risk
for(i in window:(n-1)){
spec.EXCLXR250=ugarchspec(mean.model =
    list(armaOrder=c(0,1), include.mean=TRUE,
    external.regressors=NULL), variance.model =
    list(garchOrder=c(1,1), model="apARCH",
    external.regressors=X2), distribution.model =
    "norm")
-> Orde ARMAX-GARCHX menyesuaikan
modelgarch.fitEXCLXR250=ugarchfit(spec =
    spec.EXCLXR250, data = returnEXCL[(i-window):
    i], solver = "nloptr")
mean.garchX250=0
sd.garchX250=sigma(modelgarch.fitEXCLXR250)[window]
VaR.garchEXCLX250[i+1]=mean.garchX250+(sd.garchX250*
z.alpha)
    if(VaR.garchEXCLX250[i+1]>returnEXCL[i+1])
        loss.garchEXCLX250[i+1]=1
}
```

Lampiran 19. Lanjutan

```

ES.garchEXCLX250 = sum(loss.garchEXCLX250)/
                    (n-window)
return.outx250=matrix(returnEXCL[(window+1):n],
                      ncol=1)
VaR.garch.outx250=matrix(VaR.garchEXCLX250
                        [(window+1):n], ncol=1)
t.garchx250=matrix(1:nrow(return.outx250))
dat.garchx250=matrix(c(t.garchx250,return.outx250),
                    ncol = 2)
dat.VaR.garchx250=matrix(c(t.garchx250,VaR.garch.out
x250),ncol = 2)

#Profit
for(i in window:(n-1)){
spec.EXCL1X250=ugarchspec(mean.model =
                        list(armaOrder=c(0,1), include.mean=TRUE,
                            external.regressors=NULL), variance.model =
                        list(garchOrder=c(1,1), model="apARCH",
                            external.regressors=X2),distribution.model =
                        "norm")
modelgarch.fitEXCL1X250=ugarchfit(spec =
                        spec.EXCL1X250,data = returnEXCL
                        [(i-window):i], solver = "nloptr")
mean.garch1X250=0
sd.garch1X250=sigma(modelgarch.fitEXCL1X250)[window]
VaR.garchEXCL1X250[i+1]=mean.garch1X250+
                        (sd.garch1X250*z.alpha1)
                        if(VaR.garchEXCL1X250[i+1]>returnEXCL[i+1])
                        prof.garchEXCLX250[i+1]=1
}

```

Lampiran 19. Lanjutan

```

ES.garchEXCL1X250 = sum(prof.garchEXCLX250)/
                    (n-window)
return.out1X250=matrix(returnEXCL[(window+1):n],
                      ncol=1)
VaR.garch.out1X250=matrix(VaR.garchEXCL1X250
                        [(window+1):n], ncol=1)
win.graph()
plot(return.outX250,col="black", ylim=c(-0.2,0.2),
      xlim=c(0,1800), ylab="Return", xlab="Time")
t.garch1X250=matrix(1:nrow(return.outX250))
dat.garch1X250=matrix(c(t.garch1X250,
                      return.out1X250), ncol=2)
dat.VaR.garch1X250=matrix(c(t.garch1X250,
                          VaR.garch.out1X250), ncol=2)
lines(VaR.garch.out1X250, col="blue",lwd=1)
exceed.garch1X250=matrix(dat.garch1X250[dat.VaR.garchX
h1X250[,2]<dat.garch1X250[,2]], ncol = 2)
points(exceed.garch1X250, col="red", cex=0.5, lwd=1,
      pch=19)

lines(VaR.garch.outX250, col="green3", lwd=1)
exceed.garchX250=matrix(dat.garchX250[dat.VaR.garchX
250[,2]>dat.garchX250[,2]], ncol=2)
points(exceed.garchX250, col="red", cex=0.5, lwd=1,
      pch=19)

library(zoo)
#Data VaR dan Durasi
a=cbind(VaR.garchEXCLX250, VaR.garchEXCL1X250)
b=cbind(loss.garchEXCLX250, prof.garchEXCLX250)
write.zoo(a,"VaR EXCLX AapG 250.txt", sep="\t")
write.zoo(b,"Dur EXCLX AapG 250.txt", sep="\t")

```

Lampiran 20. Sintaksis Estimasi VaR ARMAX-FGARCHX

```
#EXCL -> Diganti untuk masing-masing perusahaan
#250 -> Diganti untuk masing-masing window
window=250
alpha=0.05
z.alpha=qnorm(alpha, 0, 1)
z.alpha1=qnorm(1-alpha, 0, 1)
n=length(returnEXCL)
loss.garchEXCLX250=rep(0,n)
prof.garchEXCLX250=rep(0,n)
VaR.garchEXCLX250=rep(0,n)
VaR.garchEXCL1X250=rep(0,n)

library(rugarch)
#Risk
for(i in window:(n-1)){
spec.EXCLXR250=ugarchspec(mean.model =
    list(armaOrder=c(0,1), include.mean=TRUE,
    external.regressors=NULL), variance.model =
    list(garchOrder=c(1,1), model="fGARCH",
    submodel="GARCH",external.regressors=X2),
    distribution.model ="norm")
-> Orde ARMAX-GARCHX menyesuaikan
modelgarch.fitEXCLXR250=ugarchfit(spec =
    spec.EXCLXR250, data = returnEXCL[(i-window):
    i], solver = "nloptr")
mean.garchX250=0
sd.garchX250=sigma(modelgarch.fitEXCLXR250)[window]
VaR.garchEXCLX250[i+1]=mean.garchX250+(sd.garchX250*
z.alpha)
    if(VaR.garchEXCLX250[i+1]>returnEXCL[i+1])
        loss.garchEXCLX250[i+1]=1
}
```

Lampiran 20. Lanjutan

```

ES.garchEXCLX250 = sum(loss.garchEXCLX250)/
                    (n-window)
return.outx250=matrix(returnEXCL[(window+1):n],
                      ncol=1)
VaR.garch.outx250=matrix(VaR.garchEXCLX250
                        [(window+1):n], ncol=1)
t.garchx250=matrix(1:nrow(return.outx250))
dat.garchx250=matrix(c(t.garchx250,return.outx250),
                    ncol = 2)
dat.VaR.garchx250=matrix(c(t.garchx250,VaR.garch.out
x250),ncol = 2)

#Profit
for(i in window:(n-1)){
spec.EXCL1X250=ugarchspec(mean.model =
    list(armaOrder=c(0,1), include.mean=TRUE,
    external.regressors=NULL), variance.model =
    list(garchOrder=c(1,1), model="fGARCH",
    submodel="GARCH",external.regressors=X2),
    distribution.model ="norm")
modelgarch.fitEXCL1X250=ugarchfit(spec =
    spec.EXCL1X250,data = returnEXCL
    [(i-window):i], solver = "nloptr")
mean.garch1X250=0
sd.garch1X250=sigma(modelgarch.fitEXCL1X250)[window]
VaR.garchEXCL1X250[i+1]=mean.garch1X250+
    (sd.garch1X250*z.alpha1)
    if(VaR.garchEXCL1X250[i+1]>returnEXCL[i+1])
        prof.garchEXCLX250[i+1]=1
}

```

Lampiran 20. Lanjutan

```

ES.garchEXCLX250 = sum(prof.garchEXCLX250)/
                    (n-window)
return.out1X250=matrix(returnEXCL[(window+1):n],
                        ncol=1)
VaR.garch.out1X250=matrix(VaR.garchEXCLX250
                          [(window+1):n], ncol=1)
win.graph()
plot(return.outX250,col="black", ylim=c(-0.2,0.2),
      xlim=c(0,1800), ylab="Return", xlab="Time")
t.garch1X250=matrix(1:nrow(return.outX250))
dat.garch1X250=matrix(c(t.garch1X250,
                        return.out1X250), ncol=2)
dat.VaR.garch1X250=matrix(c(t.garch1X250,
                             VaR.garch.out1X250), ncol=2)
lines(VaR.garch.out1X250, col="blue",lwd=1)
exceed.garch1X250=matrix(dat.garch1X250[dat.VaR.garch
h1X250[,2]<dat.garch1X250[,2]], ncol = 2)
points(exceed.garch1X250, col="red", cex=0.5, lwd=1,
       pch=19)

lines(VaR.garch.outX250, col="green3", lwd=1)
exceed.garchX250=matrix(dat.garchX250[dat.VaR.garchX
250[,2]>dat.garchX250[,2]], ncol=2)
points(exceed.garchX250, col="red", cex=0.5, lwd=1,
       pch=19)

library(zoo)
#Data VaR dan Durasi
a=cbind(VaR.garchEXCLX250, VaR.garchEXCLX250)
b=cbind(loss.garchEXCLX250, prof.garchEXCLX250)
write.zoo(a,"VaR EXCLX AfG 250.txt", sep="\t")
write.zoo(b,"Dur EXCLX AfG 250.txt", sep="\t")

```

Lampiran 21. Sintaksis Estimasi VaR ARMAX-CGARCHX

```

#EXCL -> Diganti untuk masing-masing perusahaan
#250 -> Diganti untuk masing-masing window
window=250
alpha=0.05
z.alpha=qnorm(alpha, 0, 1)
z.alpha1=qnorm(1-alpha, 0, 1)
n=length(returnEXCL)
loss.garchEXCLX250=rep(0,n)
prof.garchEXCLX250=rep(0,n)
VaR.garchEXCLX250=rep(0,n)
VaR.garchEXCL1X250=rep(0,n)

library(rugarch)
#Risk
for(i in window:(n-1)){
spec.EXCLXR250=ugarchspec(mean.model =
    list(armaOrder=c(0,1), include.mean=TRUE,
    external.regressors=NULL), variance.model =
    list(garchOrder=c(1,1), model="csGARCH",
    external.regressors=X2), distribution.model =
    "norm")
-> Orde ARMAX-GARCHX menyesuaikan
modelgarch.fitEXCLXR250=ugarchfit(spec =
    spec.EXCLXR250, data = returnEXCL[(i-window):
    i], solver = "nloptr")
mean.garchX250=0
sd.garchX250=sigma(modelgarch.fitEXCLXR250)[window]
VaR.garchEXCLX250[i+1]=mean.garchX250+(sd.garchX250*
z.alpha)
    if(VaR.garchEXCLX250[i+1]>returnEXCL[i+1])
        loss.garchEXCLX250[i+1]=1
}

```


Lampiran 21. Lanjutan

```

ES.garchEXCL1X250 = sum(prof.garchEXCLX250)/
                    (n-window)
return.out1X250=matrix(returnEXCL[(window+1):n],
                      ncol=1)
VaR.garch.out1X250=matrix(VaR.garchEXCL1X250
                      [(window+1):n], ncol=1)
win.graph()
plot(return.outX250,col="black", ylim=c(-0.2,0.2),
      xlim=c(0,1800), ylab="Return", xlab="Time")
t.garch1X250=matrix(1:nrow(return.outX250))
dat.garch1X250=matrix(c(t.garch1X250,
                      return.out1X250), ncol=2)
dat.VaR.garch1X250=matrix(c(t.garch1X250,
                      VaR.garch.out1X250), ncol=2)
lines(VaR.garch.out1X250, col="blue",lwd=1)
exceed.garch1X250=matrix(dat.garch1X250[dat.VaR.garchX
h1X250[,2]<dat.garch1X250[,2]], ncol = 2)
points(exceed.garch1X250, col="red", cex=0.5, lwd=1,
      pch=19)

lines(VaR.garch.outX250, col="green3", lwd=1)
exceed.garchX250=matrix(dat.garchX250[dat.VaR.garchX
250[,2]>dat.garchX250[,2]], ncol=2)
points(exceed.garchX250, col="red", cex=0.5, lwd=1,
      pch=19)

library(zoo)
#Data VaR dan Durasi
a=cbind(VaR.garchEXCLX250, VaR.garchEXCL1X250)
b=cbind(loss.garchEXCLX250, prof.garchEXCLX250)
write.zoo(a,"VaR EXCLX AcsG 250.txt", sep="\t")
write.zoo(b,"Dur EXCLX AcsG 250.txt", sep="\t")

```

Lampiran 22. Sintaksis Estimasi CVaR ARMAX-GARCHX

```
#CVaR 250 -> Diganti untuk masing-masing window dan data hasil estimasi VaR model lainnya
garchTLKMX250=read.csv("D:/KULIAH/SEMESTER8/TA/Data/
TLKM/VaR TLKMX AG 250.txt",sep = "\t", header =TRUE)
garchEXCLX250=read.csv("D:/KULIAH/SEMESTER8/TA/Data/
EXCL/VaR EXCLX AG 250.txt",sep = "\t", header =TRUE)
garchISATX250=read.csv("D:/KULIAH/SEMESTER8/TA/Data/
ISAT/VaR ISATX AG 250.txt",sep = "\t", header =TRUE)

#loss data 250
VaR.garchTLKMX250=garchTLKMX250[,2]
VaR.garchTLKMX250=VaR.garchTLKMX250[251:n]
VaR.garchEXCLX250=garchEXCLX250[,2]
VaR.garchEXCLX250=VaR.garchEXCLX250[251:n]
VaR.garchISATX250=garchISATX250[,2]
VaR.garchISATX250=VaR.garchISATX250[251:n]
#profit data 250
VaR.garchTLKMX250=garchTLKMX250[,3]
VaR.garchTLKMX250=VaR.garchTLKMX250[251:n]
VaR.garchEXCLX250=garchEXCLX250[,3]
VaR.garchEXCLX250=VaR.garchEXCLX250[251:n]
VaR.garchISATX250=garchISATX250[,3]
VaR.garchISATX250=VaR.garchISATX250[251:n]

#ISAT-> Diganti untuk masing-masing perusahaan
#data 250
n=length(returnISAT)
returnISATCVaRX=returnISAT[251:n]
t=length(VaR.garchISATX250)
library(quantreg)

#window 250 ISAT
window=250
loss.garchCVaRXISAT=rep(0,(t-window))
CVaRX.ISAT=rep(0,(t-window))
```

Lampiran 22. Lanjutan

```

#loss
for(i in window:(t-1)){
  reg=rq(returnISATCVaRX[(i-window+1):i]~
        VaR.garchTLKMX500[(i-window+1):i]+
        VaR.garchEXCLX500[(i-window+1):i],
        tau=0.05)$fitted.values
  CVaRX.ISAT[(i-window)+1]=reg
  if(CVaRX.ISAT[(i-window)+1]>returnISATCVaRX[i+1])
    loss.garchCVaRXISAT[(i-window)+1]=1
}
ES.garchCVaRXISAT=sum(loss.garchCVaRXISAT)/
                    (t-window)
return.out=matrix(returnISATCVaRX[(window+1):t],
                  ncol=1)
CVaRX.garch.out=matrix(CVaRX.ISAT[1:(t-window)],
                      ncol=1)
t.garch=matrix(1:nrow(return.out))
dat.garch=matrix(c(t.garch,return.out),ncol = 2)
dat.CVAr.garch=matrix(c(t.garch,CVaRX.garch.out),
                      ncol = 2)

#profit
prof.garchCVaRXISAT=rep(0,(t-window))
CVaRX1.ISAT=rep(0,(t-window))
for(i in window:(t-1)){
  reg=rq(returnISATCVaRX[(i-window+1):i]~
        VaR.garchTLKMX500[(i-window+1):i]+
        VaR.garchEXCLX500[(i-
window+1):i],tau=0.95)$fitted.values
  CVaRX1.ISAT[(i-window)+1]=reg
  if(CVaRX1.ISAT[(i-window)+1]<returnISATCVaRX[i+1])
    prof.garchCVaRXISAT[(i-window)+1]=1
}

```

Lampiran 22. Lanjutan

```

ES.garchCVaRX1ISAT=sum(prof.garchCVaRXISAT)/
                        (t-window)
win.graph()
return.out=matrix(returnISATCVaRX[ (window+1):t],
                  ncol=1)
CVaRX1.garch.out=matrix(CVaRX1.ISAT[1:(t-window)],
                       ncol=1)
plot(return.out,col="black",ylab="Return",
      xlab="Time",ylim=c(-0.2,0.2),xlim=c(0,1550))
t.garch1=matrix(1:nrow(return.out))
dat.garch1=matrix(c(t.garch1,return.out),ncol = 2)
dat.CVaR.garch1=matrix(c(t.garch1,CVaRX1.garch.out)
                      ncol = 2)
lines(CVaRX1.garch.out, col="blue3", lwd=1)
exceed.garch1=matrix(dat.garch1[dat.CVaR.garch1[,2]<
                        dat.garch1[,2]], ncol = 2)
points(exceed.garch1,col="red",cex=1,lwd=2,pch=19)
lines(CVaRX.garch.out,col="green3",lwd=1)
exceed.garch=matrix(dat.garch[dat.CVaR.garch[,2]>
                        dat.garch[,2]], ncol = 2)
points(exceed.garch,col="red",cex=1,lwd=2,pch=19)

library(zoo)
#CVaRX dan Durasi
a=cbind(CVaRX.ISAT,CVaRX1.ISAT)
b=cbind(loss.garchCVaRXISAT,prof.garchCVaRXISAT)
write.zoo(a,"CVaRX ISAT AG 250.txt",sep="\t")
write.zoo(b,"Dur CVaRX ISAT AG 250.txt",sep="\t")

```

Lampiran 23. Sintaksis Duration Test CVaR ARMAX-GARCH

```
#CVaR ARMAX-GARCHX-> Diganti untuk masing-masing window dan data Duration model lainnya
garchISATX500=read.csv("D:/KULIAH/SEMESTER8/TA/Data/ISAT/Duration CVaR/Dur CVaRX ISAT AG 500.txt",
    sep = "\t",header = TRUE)
garchTLKMX500=read.csv("D:/KULIAH/SEMESTER8/TA/Data/TLKM/Duration CVaR/Dur CVaRX TLKM AG 500.txt",
    sep = "\t", header = TRUE)
garchEXCLX500=read.csv("D:/KULIAH/SEMESTER8/TA/Data/EXCL/Duration CVaR/Dur CVaRX EXCL AG 500.txt",
    sep = "\t", header = TRUE)
n=length(garchISATX500[,2])
#loss data 500
CVaR.garchISATX500=garchISATX500[,2]
CVaR.garchISATX500=CVaR.garchISATX500[501:n]
CVaR.garchTLKMX500=garchTLKMX500[,2]
CVaR.garchTLKMX500=CVaR.garchTLKMX500[501:n]
CVaR.garchEXCLX500=garchEXCLX500[,2]
CVaR.garchEXCLX500=CVaR.garchEXCLX500[501:n]
#profit data 500
CVaR.garchISATX1500=garchISATX500[,3]
CVaR.garchISATX1500=CVaR.garchISATX1500[501:n]
CVaR.garchTLKMX1500=garchTLKMX500[,3]
CVaR.garchTLKMX1500=CVaR.garchTLKMX1500[501:n]
CVaR.garchEXCLX1500=garchEXCLX500[,3]
CVaR.garchEXCLX1500=CVaR.garchEXCLX1500[501:n]

#LOSS
lossCVaRISATX500=ifelse(returnISAT[501:n]<CVaR.garchISATX500,1,0)
N=sum(lossCVaRISATX500)
TN=length(lossCVaRISATX500)
D=diff(which(lossCVaRISATX500==1))
C=rep(0,length(D))
if (lossCVaRISATX500[1]==0) {
    C=c(1,C)
    D=c(which(lossCVaRISATX500==1)[1],D)
}
```

Lampiran 23. Lanjutan

```

if(lossCVarISATX500[TN]==0){
  C=c(C,1)
  D=c(D,TN-tail(which(lossCVarISATX500==1),1))
}
N=length(D)

#CVarDurTest
ujiISATX500=VarDurTest(0.05,returnISAT[501:n],
                      CVar.garchISATX500)

print(ujiISATX500)

#PROFIT
profitCVarISATX500=ifelse(-returnISAT[501:n]< -
CVar.garchISATX1500,1,0)
N1=sum(profitCVarISATX500)
TN1=length(profitCVarISATX500)
D1=diff(which(profitCVarISATX500==1))
C1=rep(0,length(D1))
if(profitCVarISATX500[1]==0){
  C1=c(1,C1)
  D1=c(which(profitCVarISATX500==1)[1],D1)
}
if(profitCVarISATX500[TN1]==0){
  C1=c(C1,1)
  D1=c(D1,TN1-tail(which(profitCVarISATX500==1),1))
}
N1=length(D1)

#CVarDurTest
ujiISATX1500=VarDurTest(0.05,-returnISAT[501:n],
                      -CVar.garchISATX500)

print(ujiISATX1500)

```

BIODATA PENULIS



Penulis dengan nama lengkap Nanda Prasetya Pamungkas dilahirkan di Kota Kediri pada 26 November 1995. Penulis menempuh pendidikan formal di SDN Burengan V, SMPN 1 Kediri, dan SMAN 1 Kediri. Kemudian penulis diterima sebagai Mahasiswa Departemen Statistika ITS melalui jalur SNMPTN Bidikmisi pada tahun 2014 yang selanjutnya bergabung Bersama keluarga besar RESPECT $\Sigma 25$. Selama masa perkuliahan, penulis aktif di organisasi Forum Studi Islam Statistika (FORSIS) sebagai staff kepengurusan 35/36, penulis juga aktif di organisasi Unit Kegiatan Mahasiswa Bridge (UKM BRIDGE) sebagai koordinator pelatihan kepengurusan 16/17. Selain di kegiatan organisasi, penulis juga aktif mengikuti lomba baik akademik maupun non akademik. Lomba akademik yang pernah diikuti antara lain adalah Statistika Ria 10 2017, NSC 2017 (Juara 2), Statistika Ria 11 2018, dan Jambore Statistika 2018. Lomba non akademik yang pernah diikuti penulis adalah kejuaraan nasional Bridge Jakarta (Juara 3), UGM bridge cup 2016 (Juara 1) Unair Bridge Cup 2016 (Juara 2) dan 2018 (Juara 3) serta APBF 2018. penulis mengikuti beberapa kegiatan *survey* sebagai pengaplikasian ilmu statistika juga sebagai konsultan analisis. Penulis juga pernah menjadi asisten dosen mata kuliah program komputer, Teknik simulasi, analisis multivariat, serta komputasi statistika. Apabila pembaca ingin memberi kritik dan saran serta diskusi lebih lanjut mengenai Tugas Akhir ini, dapat menghubungi penulis melalui email nandapp2320@gmail.com atau nomor telepon 085755086479.